مجلة فصلية تصدرها مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية - السنة (٣) العدد (١٠) أكتوبر ٢٠١٤م



المقالات المنشورة في هذا العدد مترجمة عن المجلة الفرنسية العلم والحياة « Science & Vie »

كلمة العدد

تواصل مجلتكم، مجلة العلوم والتقنية للفتيان، مسيرتها، وها قد قطعت شوطًا معتبرًا وبلغت عددها العاشر! ويشمل هذا العدد مواضيع شيّقة تتطرق إلى العديد من حقول المعرفة. فلمن يهتم بالطب والصحة والأحياء سيجد حديثًا عن المزايا المذهلة لضوء الشمس، وتحليلاً حول علاقة السكري بداء ألزهايمر، وكيفيةً للكشف عن الكذابين، وتقديمًا للآلة الكاشفة عن الدماغ، وعرضًا حول أول صبغي اصطناعي، وهذا إضافة إلى عدد من الأخبار الطبية والصحية والبيولوجية.

أما المهتمون بشؤون الطاقة فيمكنهم الاطلاع على الدراسة الخاصة بمستقبل الطاقة الفولتضوئية بعد ٦٠ سنة من صنع أول بطارية شمسية. وهناك موضوع آخر يتساءل عن المحطات النووية وعن إمكانية توفيرها للماء الساخن في البيوت انطلاقًا من الحرارة التي تطلقها تلك المحطات وتضيع في الطبيعة أو تحت الأرض. كما يشرح مقالٌ كيف استطاع العلماء "محاكاة" الشمس في أحد المختبرات. واهتم خبر علمي بالطاقات الأحفورية، وأشار إلى الهيمنة المتزايدة لهذا النوع من الطاقة في إنتاج الكهرباء.

ومن مِنّا لا يهتم بالبيئة والزراعة والمياه؟ إنها قضايا حيويّة خَصّص لها العدد العاشر عدة مواضيع، منها ما يتناول القطب الشمالي ومستقبله الزراعي، وثمة ما يغوص في دنيا الميكروبات، بينما تطرّق موضوع آخر إلى الهجرة البشرية، وأية هجرة؟ إنها هجرة من نوع آخر... بالتركيز على ما يسببه تقلّب المناخ عبر العالم في هجرة ملايين البشر. كما أن هناك توضيحًا حول كارثة تشرنوبيل التي لا زالت تلحق الأضرار بالزراعة من حولها. أما مدينة البندقية الإيطالية فقد حظيت بمشروع ضخم فريد من نوعه هذه الأيام، من شأنه إنقاذها من الغرق. ذلك ما يفصّله أحد المقالات.

وإذا عرّجنا على باب التقنيات المختلفة والفيزياء والإلكترونيات فإننا نجد العدد العاشر يضم كمًّا من المواضيع تندرج في هذا السياق. استعرض أحدها كيف سيكون حاسوب المستقبل، ويحذر آخر من الجانب الخطير للطباعة ثلاثية الأبعاد الآخذة في الانتشار. ويشرح مقال حول الروبوتات كيف تتم محاولة إعادة ابتكار اليد البشرية. ولا شك أن من يتابع الأحداث قد سمع بقضية التجسس التي كشف عنها سنودن. وقد خصّصنا مقالا لتوضيح كيف يتم التجسس على شبكة الإنترنت؛ ومن جهة أخرى، شرحنا سلوكيات وتوجهات الحرب عبر هذه الشبكة. وبيّنا في سياق آخر كيف نختار الأنسب من المواقع باستخدام محرك جوجل. كما تصوّر المعماريون تشييد مدن متكاملة تحت الأرض، فأردنا هنا أن نُطْلِع القارئ على هذا النوع من المشاريع. ولم نهمل إضافة بعض الأخبار من هذا القبيل.

والمولعون بالطيران والفضاء سيكتشفون ضمن هذا العدد ثورة الطائرات بدون طيار، وسيجدون في مقال جوابًا عن السؤال: كيف يمكن فقدان آثار طائرة رحلات؟ كما سيقتنعون من خلال الاطلاع على موضوع آخر بوجود توأم لكوكبنا! وأخيرًا، إن كنتَ لا تلمّ بالإجابة عن الأسئلة الموالية فابحث عنها في هذا العدد: هل يمكن أن نموت ضحكًا؟ لماذا يبكينا البصل؟ متى تمت أول عملية زراعة للأعضاء؟

رئيس التحرير

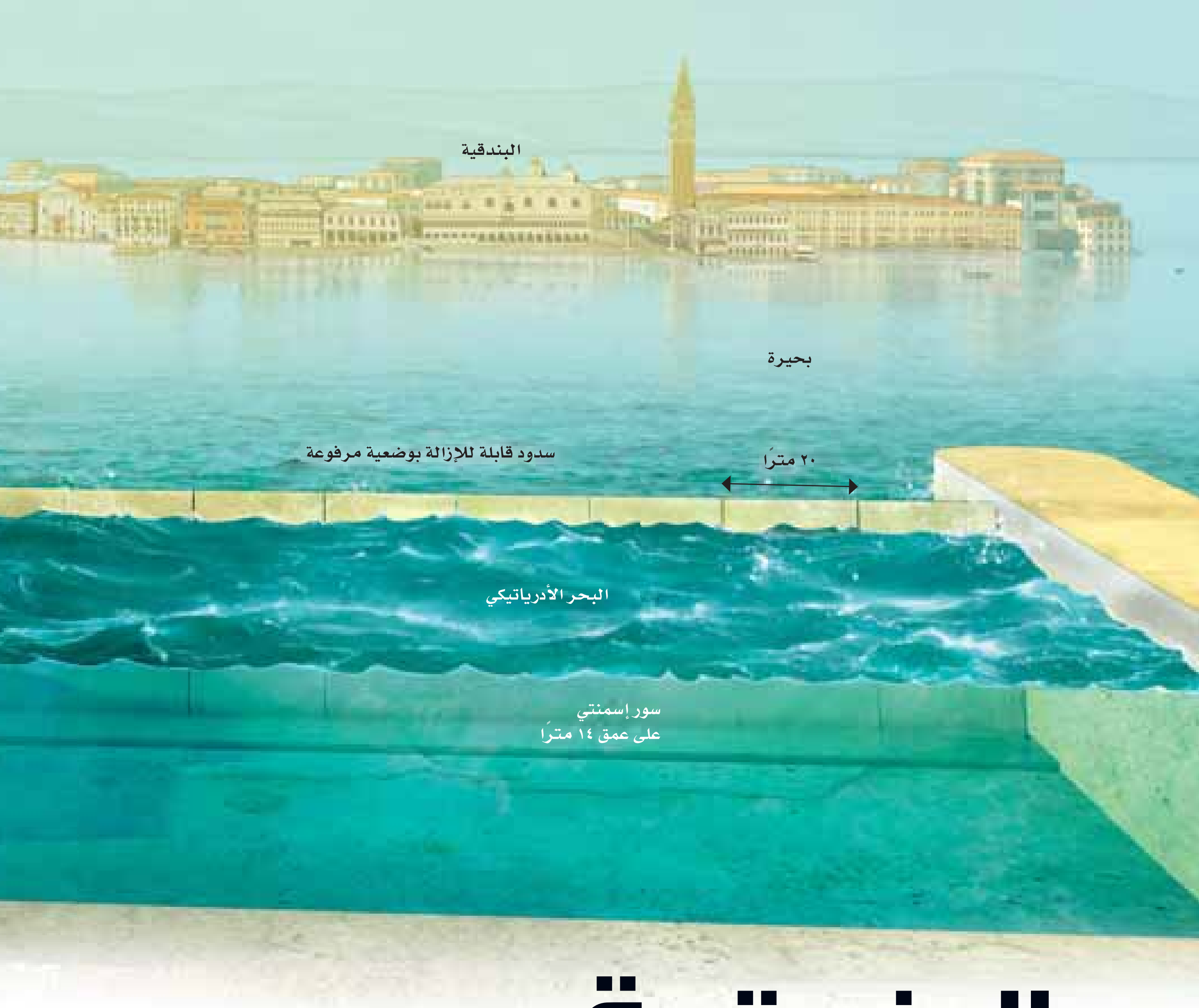
اقرأ في هذا العدد











البندقية

ورشة الفرصة الأخيرة[١]

لإنقاذ مدينة البندقيّة (Venice) الإيطاليّة من ارتفاع المياه الذي لا يرحم، انطلق أخيرًا مشروع "موزي" Mose. يقضي المشروع ببناء أربعة سدود ضخمة بُغية تجميع مياه البحيرة الشاطئيّة في فترات ارتفاع منسوب المياه. إنّها ورشة غير عاديّة بمستوى التحدّي القائم.

بقلم: موريال فالان[٢]

"*في الوقت الحالي، تجري التجارب كما هو مقرر*". جيوفاني سيكوني Giovanni Cecconi هو المسؤول التقني عن الورشة العملاقة التي انطلقت في شهر أكتوبر ٢٠١٣ في البندقية. الهدف منها: إنقاذ مدينة البندقيّة من الغرق، وعزلها عن الماء خلال فترات المدّ العالي التي تتضاعف منذ قرن، وهي في كلّ مرّة تزيد في غَرَق المدينة تحت البحر الأدرياتيكي، ذلك لأنّه خلال "ارتفاع منسوب المياه" acque alte –المذهل أحيانًا– تتعرّض عشرة قرون من التراث –المتآكل بسبب المياه– للتهديد بالدمار.

إنّها أزمة تحتدّ باستمرار: فبين العامين ٢٠٠٢ و ٢٠١٠ –مثلاً– شهدت البندقية ٦٤ ارتفاعًا لمنسوب المياه، أي ٣ مرّات أكثر من الفترة الممتدة من ١٩٠٠ إلى ١٩٥٠!

يوضح بييترو تيتيني Pietro Teatini –الباحث في جامعة بادوفا (Padova) الإيطالية الذي ←

ILLUSTRER.FR

الأرقام

- **١٣ سنة:** مدّة الأشغال.
- **٣٠م × ٢٠م × ٤ م:** أبعاد كلّ باب فولاذي.
- **٥،٥ مليار يورو:** مجموع تكلفة المشروع.
- **٤٠٠٠ رجل و ١٠٠ مركب:** مجموع الموارد البشريّة والماديّة لفترة الأشغال بكاملها.

٤ سدود ضخمة متحرّكة ستقفل البحيرة الشاطئيّة

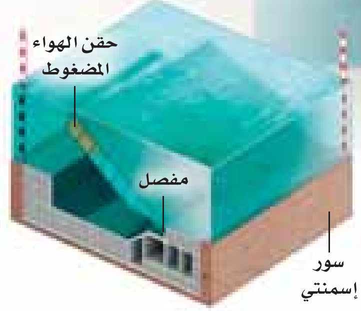
كلّ سد يتألف من عشرين بابًا ملبسًا في قعر الماء...

هذه أبواب من فولاذ تزن ٣٠٠ طن وتتمدّد داخل أسوار على عمق ١٤ مترًا. إنّها صمّامات مثقّلة ممتلئة بالماء ولا تزعج حركة الملاحة البحرية.

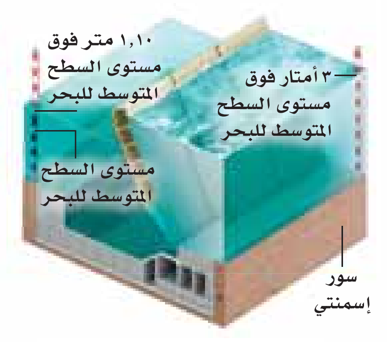


هذه الأبواب تُشَغَّل بالهواء المضغوط

عندما يرتفع المدّ بقوة، يُحْقن الهواء فيطرد الماء الموجود داخل كلّ صمّام. بعد أن يخفّ الضغط عن هذا الأخير يرتفع الصمّام.



في مدّة ٣٠ دقيقة، تطفو الصمّامات المليئة بالهواء وتسدّ الماء حتى ارتفاع ٣ أمتار. لإنزالها مجدّدًا يكفي ملأها مرّة أخرى بالماء.



← درس تطوّر المدينـة من خلال صور الأقمـار الاصطناعيّـة- المشهـد قائـلًا: "تظهر الدراسات ذلك بدقة: منذ بداية القرن العشريـن، تغرق البندقيّة بطريقة طبيعيّة بمعدل ٠,٨ إلى ١ ملم في السنّة، وتُنْزِلُهـا الأنشطـة البشريّـة في بعض الأماكن مـن ٢ إلى ١٠ ملم. لكن مستوى البحـر يرتفع ميليمـترًا في السنـة، ولذا فالوضـع صار حرجًا. لقـد غرقت مدينة البندقية ٢٠ سم خلال قرن!"

لمواجهـة هـذه الوضعيّـة، فمنـذ السبعينيّات مـن القرن الماضـي ما فتئ العلمـاء والمؤسّسـات -وعلـى رأسهـا اليونسكو- يحـذّرون السلطات الإيطاليّة مشيرين إلى ضرورة التدخّل.

بما أنّ الماء يندفع بانتظام في المدينة ويدخـل عـبر ثلاثـة ممـرات مرتبطـة بالبحيرة الشاطئيّـة، كان ينبغي أن نجد طريقـة لإقفال مداخـل المياه فـورًا كلّما نستبين ارتفاعًا في المدّ.

الجديـر بالذكـر أن المشروعـات الصغيـرة والكبيـرة تثيـر في الوقـت الراهـن مناقشات ساخنة بين الجمعيات والعلمـاء والسياسيين حـول ثمنها، وكذا فعاليتهـا وتأثيرهـا على النظـام البيئي وحركة الملاحة البحرية.

وفي النهايـة، تقـرّر في العـام ٢٠٠٣ -وهـذا بعد ثلاثـين سنة مـن المناقشات الحـادّة- تبنّـي مشـروع عمـلاق مـن السـدود. اسمـه: "مـوزي" Mose (وهـو اختصــار لـ Modulo Sperimentale Elettromeccanico التـي تعني بالإيطاليّة "وحدة اختبارية ميكانيكيّة كهربائيّة").

الإنجاز سيكون جاهزًا في العام ٢٠١٦؟

المبـدأ لم يسبق له مثيـل: في الأشهر القادمـة، سيتم تثبيـت ٧٨ بابًـا فولاذيًا متحركًا يـزن كل واحد منها ٣٠٠ طن في الأعمـاق قبالة المدينـة، الباب تلو الآخر، وهـذا مـن أجل إقفـال مداخـل البحيرة بصورة مؤقّتة.

في هـذا السيـاق يقـول جيوفـاني سيكـوني Giovanni Cecconi: "رَكَّبنـا حتّـى الآن ٧ أبـواب ونأمـل أن ننهـي تركيـب مجموعة مؤلّفة مـن ٢١ بابًا قبل نهاية العـام ٢٠١٤. إن جرت الأمور كلّها على ما يرام، ستكـون المجموعة تعمل في غضون العـام ٢٠١٦ علـى مسافة طولها ١,٦ كم".

في معظـم الأوقـات ستكـون تلـك الأبـواب المغمورة تحت المـاء خفيّةً داخل سـور إسمنتي على عمق ١٤ مـترًا. لكن، عندمـا يُعلَن عـن ارتفاع في المـدّ يتجاوز ١,١٠ متر، يمكـن أن ترتفع تلك الأبواب بمقـدار قـد يصـل إلى ٣ أمتـار، مانعـةً بذلـك الفيضانـات الكبيـرة مـن إغراق ١٥٪ مـن المدينـة أو يزيـد. تتكـرّر هـذه العمليّة من ٣ إلى ٥ مرّات خلال السنة.

في المقابـل، لن يتـم تشغيـل النظام لمواجهـة مئـات الفيضانـات البسيطـة السنوية خوفًا من التسبب في اضطرابات تمسّ البيئة الحيوانيّـة والنباتيّة البحريّة وإزعاج حركة الملاحة البحريّة.

تعلّـق باولا مالانوتي-ريـزولي Paola Malanotte-Rizzoli، وهـي اختصاصيّة تستشيرهـا السلطـات الإيطاليّـة حـول المشـروع، قائلـة: "أظهـرت دراسـات أجراهـا خـبراء مـن العـالم أجمـع أنّ مشـروع "مـوزي" كان السبيـل الوحيـد الجـادّ، وأنّه يبدو كافيًـا لإدارة الأزمة في البندقيّة".

لكـن بـاولا مالانوتي-ريـزولي، التي تشغـل أيضًـا منصب أستـاذة في فيزياء المحيطات بمعهـد مسشوساتـس للتقنية MIT (الـولايـات المتـحـدة الأمريكية) تقـرّ أنّ هـذا التجهيـز يشـكّل تحدّيًـا حقيقيًّا: "أنظمة السـدود ليست جديدة في العالم، لكن هـذا النظام الذي اعتمد هنا يختلف كليًّا عن سابقيه: ستكون تلك السـدود متحرّكة رغـم حجمها الضخم، وذلك بفضل حقن الهواء المضغوط الذي يرفعها".

أمّـا جيوفـاني سيكـوني فيضيـف: "الورشة عملاقة، وفي الوقت نفسه ينبغي تركيـب الأبـواب بدقّة لامتناهيـة، وهذا بعد تدعيم الشاطئ، وتسوية أماكن تحت الأرض، دون أن ننسى الأمر الأهم، وهو البحث عـن تمويل للمشــروع برمّته. لقد استغرق هذا ١٠ سنوات!"

رغم ذلـك ينتقد بعضهـم المشروع، وفي هـذا السياق يحـذّر جيورغ أمجييسر Georg Umgiesser، عالـم البحـار في معهـد العلوم البحريّة بمدينـة البندقيّة، قائـلًا: "تكمن المشكلة الرئيسة في أنّه مع ارتفاع المياه، لا بدّ أن تُقفل السدود بشكل متزايـد". اعتمادًا علـى فرضيّة محتملة وبتقديـرات تمسّ الـ ٥٠ سنـة المقبلـة، يعتقد جيورغ أمجييسر أنّه ينبغي أن ترفع السدود من ٣٠٠ إلى ٤٠٠ مرّة في السنة، أي مرّة كلّ يوم تقريبًا، ومع هذا التحذير تستمـر ورشـة الفرصـة الأخـيرة إلى إشعار آخر.

رفع البندقية: المشروع الآخر

لإنقـاذ البندقيّـة مـن الغرق، فالسـدود ليست الحل الوحيد المطـروح. يقترح باحثون من جامعة بادوفا Padova بإيطاليا رفع المدينة بحقن ماء من البحر في طبقـة رمـل على عمق يتجاوز ٦٠٠ متر. بهذا التجهيز، سيحدث الماء ضغطًا كافيًـا لرفـع مجمـوع المساحـة ٣٠ سم خـلال عشر سنـوات. هذا علـى الأقل ما نأمله بناءً على نتائج المحاكاة الحاسوبيّة. بانتظار أن نعرف إن كان هذا المشروع سيكـون ممكنًـا لاستكمال مَرافق "موزي"، انطلقت تدابير أخرى أكثر بساطة داخل المدينة، مثل رفع مستوى الأرصفة والضفاف.

* للاستزادة

لمشاهدة فيديو عن السدود الأولى، الرابط المباشر على

science-et-vie.com

(1) VENISE: LE CHANTIER DE LA DERNIÈRE CHANCE, Science & Vie 1160, PP 108-110

(2) Muriel Valin

أخبار علمية



> يؤدّي المحلول الذي تم تحضيره إلى التصاق (مقاوم للماء) مادتين هلاميتين.

غراء من الجسيمات النانوية يضمّد الجراح

خلال بضع دقائق، يُضَمَّد جرحٌ مفتوحٌ بفعل محلول مائي يتكوّن من الجسيمات النانويّة للسيليكا أو أكسيد الحديد الذي يوضع بفرشاة في المكان المناسب! هذا ما اكتشفه فريق لودفيك ليبلر Ludwik Leibler (المركز القومي للأبحاث العلمية CNRS/ المدرسة العليا للفيزياء والكيمياء الصناعيّة – باريس للتكنولوجيا ESPCI ParisTech) وديدييه لوتورنور Didier Letourneur (المعهد القومي للصحة والأبحاث الطبيّة Inserm/جامعتا باريس ٧ وباريس ١٣) في فرنسا. يصف لودفيك ليبلر هذا الوضع قائلًا: "ترتبط الجسيمات النانويّة بشبكة النسيج الجزيئيّة، وتخلق روابط متعدّدة مع طرفي الجرح الذي ينغلق بسرعة فائقة ومن دون ندوب". إنّها عمليّة ذات فوائد جمّة، ثمّ يضيف ديدييه لوتورنور موضحًا: "بخلاف الغراء الجراحي، تحفظ الجسيمات النانويّة سلامة النسيج ومميزاته الميكانيكية، ولا تضاف إليه أيّ مادّة خارجيّة، وبعكس عمليّة خياطة الجروح، يمكننا استعماله على نسيج ضعيف، مثل: الرئتين والكبد، اللذين لا يتجاوبان جيّدًا مع مرور الإبرة والخيط". لا تزال التجارب تقتصر حاليًّا على الحيوانات إلّا أنّه سيبدأ العمل باختبارها على الإنسان في قسم الجراحة، وفي طب الطوارئ، وربّما أيضًا لعلاج أنفسنا عندما يتعلّق الأمر بجروح خفيفة.

C.H.

A.MARCELLAN/ESPCI/MMC/CNRS PHOTOTHÈQUE

ابتكروا الصبغي الاصطناعي الأول[١]

إعادة كتابة مئات الآلاف من الحروف التي تشكّل الحمض النووي الريبي لِصِبْغِي لإعادة تجميعه مجدّدًا بطريقة أَخرَى! هذا هو الإنجاز الذي توصّل إليه فريق من علماء الأحياء والاختصاصيين في علم الوراثة على خميرة. إنّها المرحلة الأولى لمشروع بالغ الطموح، يهدف إلى تركيب جينوم كامل.

بقلم: إيميلي روشي[٢]



٨ أعاد جيف بوكي Jef Boeke -بمساعدة فريق عمله- كتابة الصبغي ٣ لفطريات الخميرة كتابة كليّة قبل أن يعود ويدخله بنجاح في الجينوم.

COURTESY OF NYU LANGONE MEDICAL CENTER

تسلسل الأحداث

- ٢٠٠٢: أول تركيب لجينوم فيروسي (٧٥٠٠ زوج من القواعد).
- ٢٠٠٥: إعادة الكتابة الأولى لجينوم فيروسي (٣٩٩٣٧ زوجًا من القواعد).
- ٢٠١٠: أول تركيب لجينوم بكتيري (الصبغي ١، يحتوي على مليون زوج من القواعد).

إنّه تحدّ أقرب إلى الخيال العلمي. فهو مشروع من النوع الاستثنائي الذي يُنحت في الأذهان منذ الوهلة الأولى كما كان حال تاريخ هذا العلم – علم الأحياء التركيبي، الذي يسعى إلى إعادة تركيب الكائن الحي وتعديله بحسب حاجاتنا.

للمرّة الأولى مَنحت خليةٌ حقيّقيةُ النواة Eukaryotic cell (تملك نواة مثل نواتنا) صبغيًا اصطناعيًا كليًا. إنّه اصطناعيّ لأنّ كتابته أعيدت من الألف إلى الياء، حرفًا حرفًا، وهو اصطناعيّ أيضًا لأنّ نصّه الجيني نفسه تمت كتابته وصحّح جذريًا (انظر الرسم على اليسار).

البدء من الصفر

المستفيدة السعيدة من هذا النجاح هي فطريات الخميرة (Saccharomyces cerevisiae)، المعروفة أكثر باسم خميرة الخباز –تخمّر الخبز والبيرة أيضًا– إنّها مساعدة مثالية في المختبر.

اقتنع ثمانون مختصًا في علم الوراثة والمعلوماتية وعلم الأحياء الجزيئي، وكذا مجموعات كبيرة من الطلاب بهذا الرهان المجنون فتسلّحوا بإرادة فولاذية لبلوغ هدفهم المنشود.

إنّه عمل باهر يقارنه القائمون عليه بإنجاز تسلسل الجينوم البشري من حيث تأثيره المستقبلي. أمّا مجلّة (Science) فتصفه بـ"ذروة علم الأحياء التركيبي"!

رغم ذلك، حين أعلن رونالد دايفيس Ronald Davis المختص في علم الوراثة بجامعة ستانفورد (Stanford) بالولايات المتحدة الأمريكية المعروف بفكره المستنير في بداية القرن الحادي والعشرين أنّه سيأتي يوم قد نتمكن فيه من إنجاز ذلك الأداء فإنّ الباحثين لم يسارعوا آنذاك إلى تحقيق تنبؤاته.

الفكرة بالغة التعقيد، وباهظة الثمن، وطويلة المدى، حتّى أنّها تبدو من نوع الخيال التقني.

مع ذلك –وبمحض المصادفة تقريبًا– انطلق في هذه المغامرة خلال العام ٢٠٠٦ الباحثان: جيف بوكي Jef Boeke وسرينيفاسان شاندراسيغاران Srinivasan Chandrasegaran من جامعة جونز هوبكينز Johns-Hopkins الأمريكية. حدث ذلك فيما كانا يتبادلان الآراء، وهما يحتسيان القهوة، حول إمكانيّة تحويل جين صغير وكذا صعوبة التحكم في الجينوم بطرق علم الأحياء الجزيئي الكلاسيكيّة. عندئذ تخيّلا حلًّا طموحًا: إعادة القيام بكلّ شيء، البدء من الصفر.

هكذا كان على الباحثين اختراع كلّ شيء: الأعمال الوحيدة الشبيهة كانت تتعلّق بفيروس، وهو كائن حيّ أكثر بساطة، ذو جينوم صغير. لم يسبق أن شهدت أيّ جرثومة –وهي أعقد من الفيروس لكنها بدون نواة– تعديلًا في حمضها النووي بهذه الطريقة الجديدة. عندما شرع العالمان في العمل على الخميرة مباشرة، بأزواجها الـ١٦ من الصبغيّات التي تجمّع ١٢ مليون زوج من القواعد ("أحرف" الحمض النووي هي: A، T، C، G) فقد قفزا بذلك على كلّ الأشواط.

لهذه الغاية، خطّطا –منذ البداية– لعمل عملاق، يتجاوز حدود علم الأحياء التركيبي المعروفة. يتألّف هذا المشروع الضخم من مراحل عديدة (انظر الرسومات ص. ١٠-١١).

صبغي أُعيد تركيبه بحسب الطلب

للحصول على صبغي ثابت، أقصر، وقابل لإحداث الطفرات بالقدر الذي نريد، يعيد علماء الأحياء كتابة النص الجيني الذي يحمله، حرفًا حرفًا: ينزعون تتابعات من الحمض النووي، ويضيفون غيرها ويعدّلون بعضها للحصول على الصبغي الاصطناعي الأول.



صبغي ٣
لفطريات الخميرة

اصطناعي
الحجم: ٢٧٢٨٧١ قاعدة
عدد الجينات: ١٧٣
عدد القواعد المعدلة: حوالى ٥٠ ألفًا (واحد على ستة)

طبيعي
الحجم: ٣١٦٦١٧ قاعدة
عدد الجينات: ١٨٣

الإنجاز يضاهي عمليّة تحديد تسلسل الجينوم البشري

المرحلة الأولى افتراضيّة محضة: الهدف منها القيام بتعديل، على الحاسوب بفضل برمجيات مختصّة، تسلسل كل صبغي، أي الترتيب الذي تتوالى وفقه قواعده على الحمض النووي.

قد تبدو هذه المرحلة الحاسوبيّة بسيطة: استبدال حرف بحرف آخر، تلك عمليّة يستطيع أيّ معالج للنصوص القيام بها، إلّا أنّ الهدف هنا يقضي بتعديل التسلسل الوراثي للخميرة، لأنّ الجينوم يكون بصفة طبيعيّة "مزدحمًا".

عدّ جيم بوكي وسرينيفاسان شاندراسيغاران كلّ صبغي من صبغيّات فطريّات الخميرة الـ١٦، وقيّمَا ما يمكن نزعه وتعديله من دون قتل الخلية، وذلك من أجل تقليص حجمها، وأيضًا بغية التحكّم الأمثل في الاضطراب المزمن للحمض النووي، وهكذا، فقد قامَا "بمحو" أجزاء الحمض النووي التي قد تأتي بأمور غير متوقّعة تزعزع عملهما الرائع: مثل التكرار الذي يفسد الآليّة الجينيّة (مناطق من التسلسل النووي كثيرة التكرار تسمى "التيلوميرات

إضافة تسلسلات قصيرة من الحمض النووي...

يلتصق ٩٨ تسلسل يسمى (LoxP) بجينات غير حيوية: مما سيتيح إحداث طفرات.

... إزالة بقايا الفيروس...

الجينات القافزة، من بقايا فيروسات قديمة قادرة على التحرك داخل الحمض النووي، تُزال لتَجَنُّب كل الإخلال.

... محو قطع من الجينات...

تُنزع الإنترونات (تسلسلات غير موجودة في البروتين النهائي الذي يشفره الجين).

... إعادة تشكيل قطع

يحدث لبعض الكودونات النهائية (التي تشير إلى نهاية الجين على الحمض النووي) تغييرًا في وظيفتها مما قد تُشفّر لأمر آخر مثل حمض أميني اصطناعي.

استبدال القسيمات الطرفية...

توجد القسيمات الطرفية في طرف كل صبغي، وتسمح له بالانقسام من دون أن تخسر معلومات. إنها غير مستقرة طبيعيًا، فتُستبدل بأخرى اصطناعية.

... إدخال «علامات»...

توزع تسلسلات قصيرة في كامل الصبغي لتسهيل التمييز بين الأجزاء الطبيعية وما يقابلها من أجزاء اصطناعية.

... إزالة التسلسلات المكررة...

تُستبعد التسلسلات الطويلة المكررة لأنها تفتقر إلى الفعالية في الآلية الجينية وتتسبب في حدوث الطفرات العشوائية.

... التحكم بالتقلب الجنسي...

يتغير نوع الخميرة الجنسي بعد كل تكاثر جنسي بفضل بعض التسلسلات التي تُنزع لمنع ذلك التَقلّب.

... نقل جينات تتدخل في تركيب البروتين

تقوم ١٠ جينات خاصة بالحمض النووي الناقل ARNt الضرورية بالترجمة من الجينات إلى بروتينات ونقلها إلى صبغي آخر.

B.BOURGEOIS

telomeres (أو القسيم الطرفي)"، وهي تحمي أطراف الصبغيّات، "المادّة السوداء" الواقعة بين المورّثات...)، وبقايا فيروسات قديمة مدمجة لا تزال قادرة على التنقل من مكان إلى آخر في الجينوم (الجينات القافزة)، وبعض الجينات، مثل جينات "الحمض الريبي النووي الناقل" ARNt التي تتدخل في تركيب البروتينات، ...إلخ.

دمج الباحثان بعض الإضافات للاستفادة من الأبحاث المختلفة الأساسيّة والتطبيقات الصناعيّة التي ستسمح بها خميرتهما الاصطناعيّة، فقد أُلصقت سلاسل قصيرة (تسمّى "لوكسب" LoxP) بكلّ جين غير حيويّة ما سيتيح لهما -لاحقًا- إحداث الطفرات بالكمّ الذي يريدانه، وبإحداث تطوّر (من خلال نقل أو فقدان الجينات) بوتيرة غير مسبوقة، وهذا بفضل تقنية حديثة تدعى "التدافع" Scramble.

٣ سنوات من التركيب

تُعْنَى المرحلة الثانية بالاختبار الميداني: الهدف "طِباعة" النص المصحّح، وتحويل تلك الكيلوبايت الرقميّة إلى "كيلوقواعد" (آلاف القواعد) نوويّة، وذلك للحصول على جزيئات ماديّة من الحمض النووي. لا عبوّة حبر هنا ولا طابعة ليزر هناك، بل المقصود أربعة خزانات يحوي كلّ منها إحدى قواعد الحمض النووي، إلى جانب أداة مزج تلصق القواعد بعضها ببعض في الترتيب المحدّد من قبل النص الجيني الجديد، وفي النهاية، إنتاج جزيئة فعليّة.

كُلّفت مؤسّسة مختصّة في علم الأحياء التركيبي بمحاولة إنجاز جزء قصير من الصبغي ٩، لكن تم التخلي عن تلك العمليّة عندما اضطروا إلى تسريع الأمور من أجل الصبغي ٣، الصبغي الأول المُعَدّ ليكون اصطناعيًّا بصفة كليّة.

تعدّ هذه المرحلة حاسمة ←

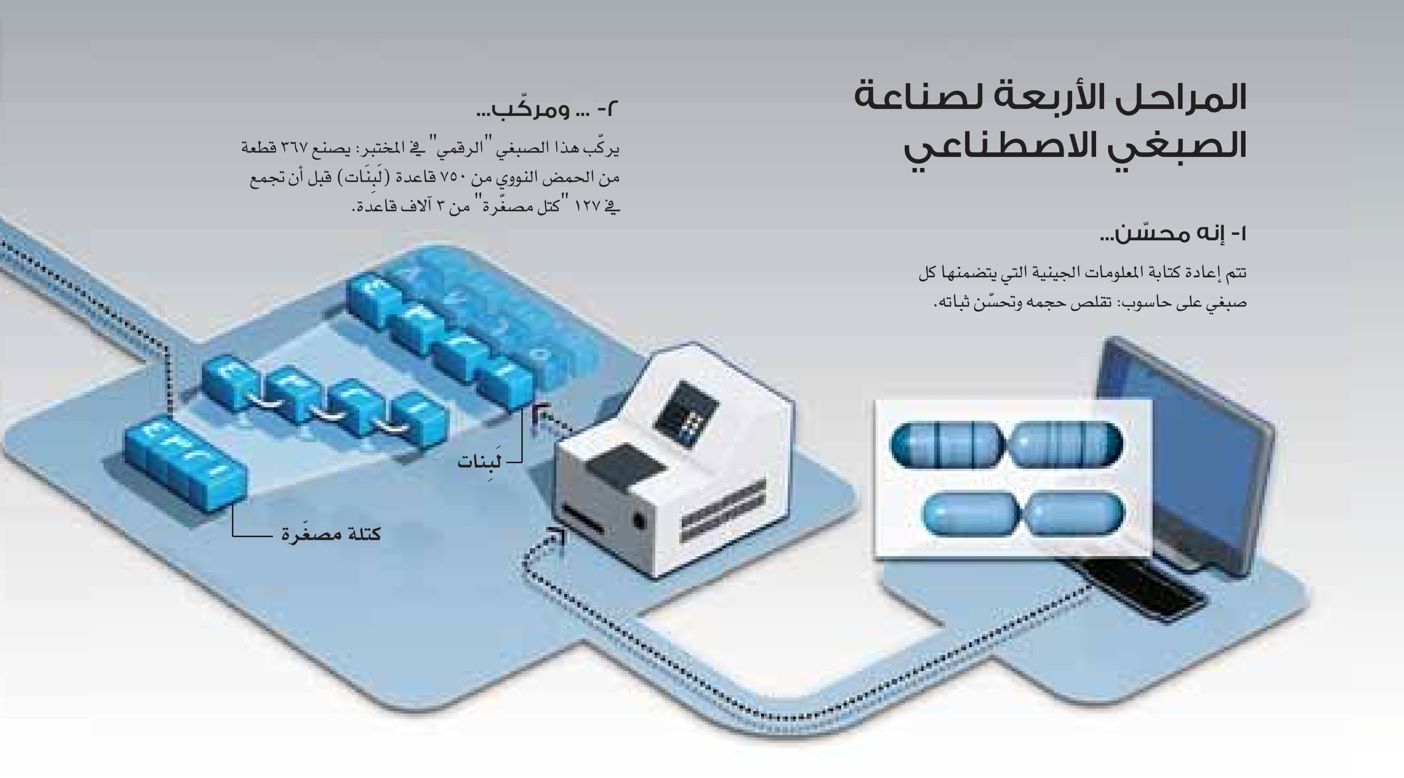
المراحل الأربعة لصناعة الصبغي الاصطناعي

١- إنه محسّن...

تتم إعادة كتابة المعلومات الجينية التي يتضمنها كل صبغي على حاسوب: تقلص حجمه وتحسّن ثباته.

٢- ... ومركّب...

يركّب هذا الصبغي "الرقمي" في المختبر: يصنع ٣٦٧ قطعة من الحمض النووي من ٧٥٠ قاعدة (لَبِنَات) قبل أن تجمع في ١٢٧ "كتل مصغّرة" من ٣ آلاف قاعدة.



⟵ ومضنية في الوقت نفسه. تتذكر هيلويز مولر Héloise Muller، المختصة في علم الجينات بمعهد باستور (فرنسا) قائلة: "بل هي المرحلة الأطول". كانت مولر قد اشتركت في المشروع منذ ساعته الأولى وأرست عددًا كبيرًا من التقنيات التي من شأنها ضمان نجاحه.

تم تنظيم هذه المهمّة الواسعة النطاق داخل الجامعة من خلال الدروس والأعمال التطبيقيّة، واستدعت العمليّة إسهام مئات الطلبة المتحمّسين للمشروع! أوضحت الباحثة مولر هذه المهمّة قائلة: "طلبنا أولًا من الطلبة أن يصنعوا ٣٦٧ قطعة مختلفة من ٧٥٠ قاعدة –وهي «اللَّبِنَات»– تحوي معلومات الصبغي ٣ كافّة، ثم قمنا مع عالم الجينات نارايانا أنالورو Narayana Annaluru بجمعها في ١٢٧ قطعة أطول من ٢ إلى ٤ كيلوقاعدة – أو «الكتل المصغرة». لقد تطلّب منّا إنجاز الثلث الأول من الصبغي ٣ ثلاث سنوات كاملة، ثم أربعة أشهر فقط لإنهائه، بعد أن ثبّتت التقنيات جيّدًا".

خلال المرحلة الثالثة، تُنقل تلك الكتل الصغيرة وتُحْشد في خميرة لها صبغي مبتكر. لتقوم بعد ذلك الخميرة بدمج تلك الكتل الصغيرة بنفسها بالعشرات في الجينوم، وهذا بفضل آلية طبيعيّة، هي "التوليف المتماثل"، التي تجعلها تبادل قطعتين متشابهتين من الحمض النووي، أي صبغيها الأصلي وما يقابله من الصبغي الاصطناعي.

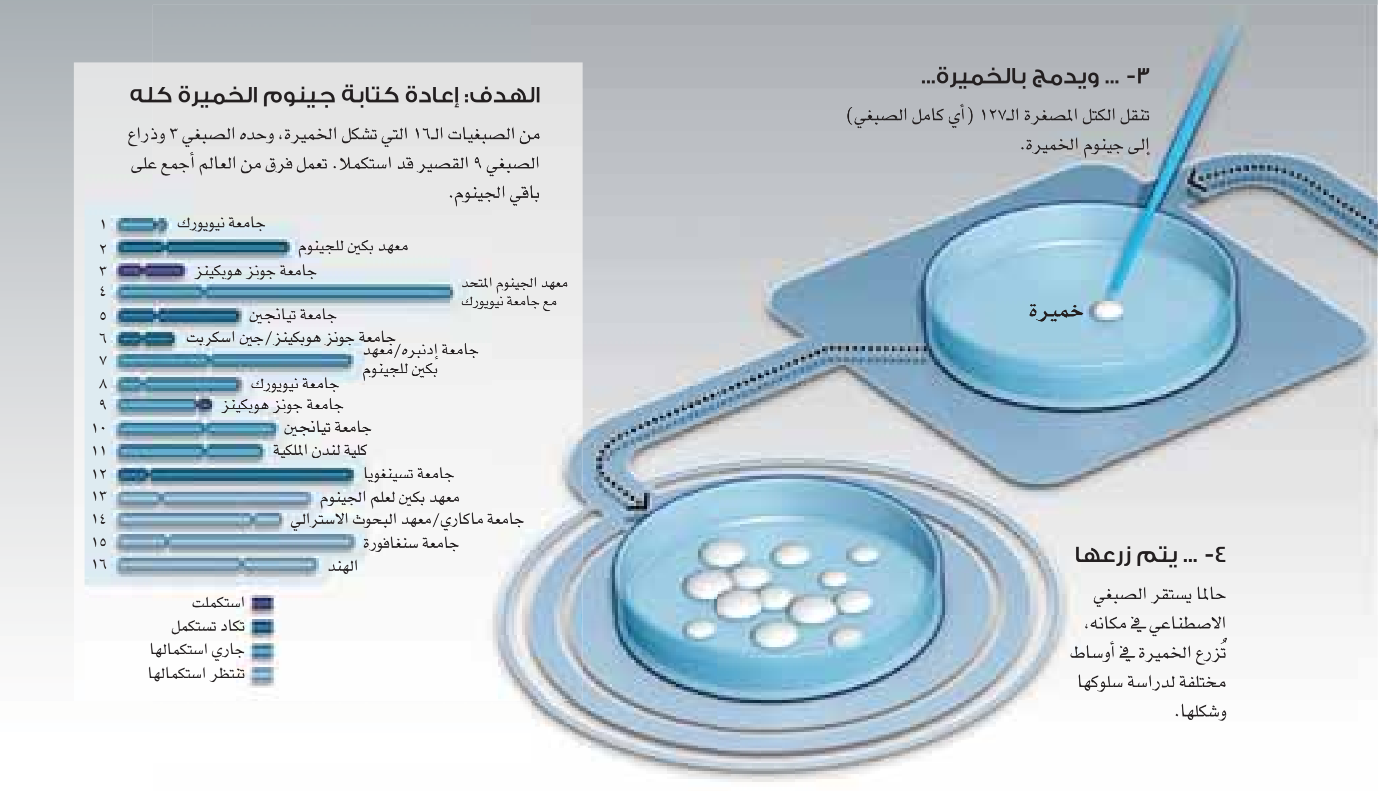
طافر جيّد الاندماج

في النهاية، تقلص الصبغي ٣، الذي يبلغ طوله ٣١٦٦١٧ قاعدة في وضعه الطبيعي إلى ٢٧٢٨٧١ قاعدة، وهكذا فَقَدَ ما يقارب ١٤٪ من حجمه، فيما عُدِّل سدس قواعده (أي خمسون ألفًا) هل ستظل خميرة مزودة بطافر من هذا النوع على قيد الحياة؟

أُجريت مجموعة من الاختبارات تتمثّل في عمليّة الزراعة في عشرين وسطًا مختلفًا، وقد تجاوزت النتيجة كلّ توقّعات الاختصاصيين العاملين في المشروع: ظلّت فطريات الخميرة حيّة، والأكثر من ذلك أنّها ظهرت شبيهة جدًّا بمثيلتها الطبيعيّة.

بهذا الصدد صرّح هيلويز مولر: "حلّلنا تشكّلها، وتشكّل مستعمراتها، وحجمها، ونموّها في أوساط الزرع المختلفة تلك. لم تكن هناك ثغرات كبيرة، بل كلّ ما لاحظناه من استثناء كان شذوذًا خفيفًا للغاية بخصوص طريقتها في التبرعم خلال الانقسام، غير أنّ الأمر –بطبيعة الحال– مقلق حين نشاهد اختلافات بسيطة تميّز كلّ صبغي اصطناعي "ماذا يحصل عندما تجتمع كلها في الخلية نفسها؟".

لقد جرت تلك المرحلة الأولى بطريقة ممتازة، وبقيت ١٥ مرحلة أخرى ضروريّة ليصبح الجينوم كلّه اصطناعيًّا! ينبغي تنفيذ –بل استكمال– مرحلة لكل صبغي. نقول "استكمال" لأنّ جيف بوكي ووسرينيفاسان شاندراسيغاران اطّلعا



وصحّحا أكثر من نصف الجينوم.

تقوم في كل أنحاء العالم مختبرات مختلفة (صينيّة، وأمريكيّة وبريطانيّة...) بتركيب تلك الصبغيات الأخرى التي لم ترها الطبيعة قط (انظر الرسم البياني على اليسار أعلاه) وكل صبغي منها قادر على إضفاء ميزات جديدة على الخميرة، ودعم بعض قدراتها بحسب الطلب، أو أيضًا إعادة صياغة إدراكنا لطريقة عمل الجينوم.

أصبحت فطريات الخميرة أداة متعدّدة الوظائف، وصارت حلم العلماء والمهندسين والصناعيين (انظر الرسم أعلاه). لقد بدأت هذه الفطريات الدقيقة في التحوّل بطريقة لا يعرف أحد بعد إلى أين ستصل، ولا على أيّ أحياء ستؤثر في المستقبل.

والمُلاَحظ اليوم أنّ أنواع الجينوم الشبيهة بجينوم الإنسان ليست في متناولنا: زيادة في الطول، وإفراط في التعقيد، وكثرة في مستويات التنظيم المجهولة، ...إلخ. لكن بالأمس القريب، كان جينوم الخميرة لا يزال هو أيضًا من نسج الخيال، ومع ذلك ها هو قد أنجز في آخر المطاف.

تطبيقات متعدّدة للأبحاث والصناعة

إنّ العلماء قادرون على إحداث الطفرات في هذا الصبغي الاصطناعي الأول وإعادة تجميعه وتطويره. إنّها مقدّمة لجينوم اصطناعي كليًا.

الإمكانيات التي يستفاد منها في ذلك كثيرة:

- **البحث عن الحد الأدنى من الجينوم الذي يسمح ببقاء الخليّة.**
- **فهم البنية ثلاثية الأبعاد لجزيئيّة الحمض النووي وانطواءاتها وتشكّلاتها.**
- **تقييم وقْع الطفرات على التطوّر.**
- **دراسة دور التسلسلات التي لا تزال غير معروفة: الإنترونات، والجينات القافزة والتكرارات، ...إلخ.**
- **إحداث مسارات أيضيّة جديدة (تفاعلات كيميائيّة داخل الخلايا).**
- **تركيب بروتينات غير مسبوقة لتطبيقات طبيّة وغذائيّة وصناعيّة، ...إلخ.**
- **تحسين إنتاج الوقود الحيوي، ...إلخ.**

B.BOURGEOIS

* للاستزادة

لمراجعة موقع المشروع "يجدّد بانتظام ويفصّل العمل المنجز، ...إلخ"، ولقراءة منشورات الباحثين، الرابط المباشر على

science-et-vie.com

(1) ILS ONT CRÉÉ LE PREMIER CHROMOSOME ARTIFI CIEL, Science & Vie 1161, PP 86-91
(2) Emilie Rauscher

أخبار الطب

لم يسبق أن رأينا الجنين بهذا الشكل[1]

وردة من الخلايا: هكذا يبدو الجنين في اللّحظة التي ينغرس فيها في رحم الأم (٧ أيام تقريبًا عند الإنسان). كانت ظروف تلك اللّحظة الحاسمة لا تزال غامضة عند علماء الأحياء. في الواقع، عند وصول الجنين إلى تلك المرحلة، ينغرس في غشاء الرحم، من غير القدرة على رؤية ذلك، وفضلًا عن ذلك فإنّه كان من المستحيل زرع أجنّة ثدييات في المختبر حتى تلك المرحلة مع مشاهدة نموها. لتجاوز هذه العقبة، حلّت ماغدالينا زيرنيكا غوتز Magdalena Zernicka-Goetz، من جامعة كامبريدج (إنجلترا)، هلامًا (جلّ) شفّافًا تحاكي مرونته هلام غشاء الرحم وتتكيّف تركيبته الكيميائيّة مع نموّ أجنّة الفأرة.

خوّلتها هذه التقنية مشاهدة تغيّر شكل الخلايا قبل الغرس بقليل: يتغيّر شكلها من مستدير إلى هرميّ، وتنظّم على شكل وردة. أمّا في المركز، فيُفتح بعد ذلك التجويف الذي سيحيط بالجنين مستقبلا. إنّها مرحلة حاسمة للنموّ اللاحق، أمّا الأجنّة المزروعة في المختبر التي لم تُشَكل وردة، فبقيت غير منظّمة. تشرح الباحثة الوضع قائلة: "تفشل كثير من محاولات الحمل في لحظة الغرس، غير أنّه بفضل هذه التقنية، سنصبح قادرين على التعرف إلى الظروف الملائمة لنمو الجنين". **V.E.**

UNIVERSITY OF CAMBRIDGE



<٨ إنّها المرة الأولى التي نشاهد فيها جنينًا قبل انغراسه بقليل في رحم الأم: تأخذ هذه الخلايا شكل وردة (هنا، إعادة تشكيل مع خلايا فأرة).

(1) JAMAIS L'EMBRYON N'AVAIT ÉTÉ VU AINSI, Science & Vie 1160, PP 16-17

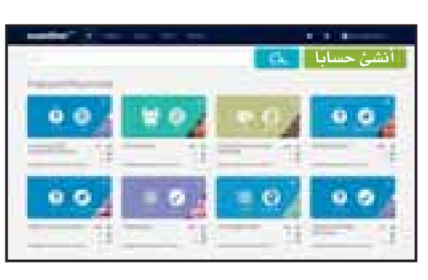
راجع دروسك باختبارات سريعة[١]

بقلم: إ. ديلوي و ج. لاندمارد [٢]

قد نضجر بسرعة ونحن نعيد مراجعة دروسنا بالأسلوب التقليدي، فلماذا لا نراجعها بصياغة "اختبار سريع"؟

١ أنشئ حسابًا

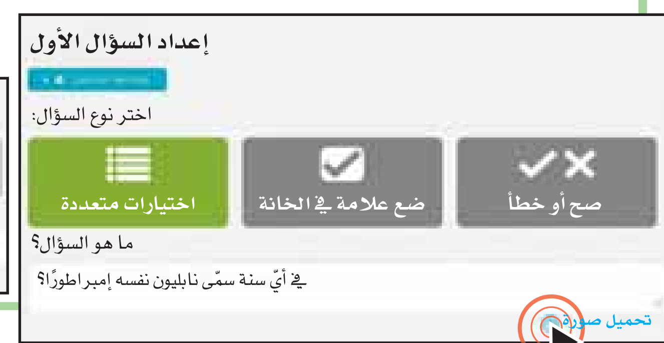
انتقل إلى العنوان الآتي: https://www.examtime.com/en-US. الموقع باللّغة الإنجليزيّة، لكن يمكنك -بالتأكيد- صياغة أسئلة سريعة باللغة العربية.



تحت العمود "انضم الآن"، اكتب عنوانك الإلكتروني وكلمة السر. ضع علامة في خانة "أنا موافق" ثم انقر على "انضم الآن". تتلقّى رسالة إلكترونيّة مع رابط بالأخضر. اضغط على الرابط لتثبيت تسجيلك، فتعود إلى الموقع. لإقفال النافذة الظاهرة، اضغط على "حفظ وإقفال"، ثم على "احفظ التغييرات".

٢ اطرح سؤالك الأول...

اضغط على "صغ" في الأعلى على اليمين، ثم في النافذة التالية اضغط على زر "أسئلة سريعة". في أعلى الصفحة، مكان "من دون عنوان"، اكتب عنوان أسئلتك السريعة، ثم انقر على "حفظ". اختر "أسئلة الاختيارات المتعدّدة" لصياغة سؤال أوّل يختبئ جوابه الصحيح بين اختيارات متعددة. تحت "ما هو السؤال؟"، اكتب سؤالك. مثلًا، "في أيّ سنة سمّى نابليون نفسه إمبراطورًا؟". لإضافة بعض الحيويّة إلى اختبارك السريع، أضف صورة حمّلتها مسبقًا بالضغط على "تحميل صورة"، ثم حدّد موقعها على حاسوبك.



٣ ...احفظ الأجوبة المحتملة

تحت "ما هي الأجوبة المحتملة؟"، اكتب جوابًا. في السطر الأسفل، اكتب جوابًا ثانيًا. أضف أجوبة أخرى بالضغط على الزر الأخضر "أضف جوابًا إضافيًا". أشر إلى الجواب الصحيح بوضع علامة على "جواب صحيح" مقابل السطر المناسب. عند الحاجة، أضف فقرة من الدرس لها علاقة بالجواب وذلك بالنقر على "أضف تفسيرًا" في أسفل الصفحة، ثم اكتب المقطع. انقر في النهاية على "احفظ وأضف سؤالًا آخر".



٤ أسئلة صحيحة عديدة

لاختيار سؤال أجوبته الصحيحة متعدّدة، اختر "ضع علامة في الخانة" في أعلى الصفحة. مثلًا "في أيّ معركة اشترك نابليون الأول؟" اكتب أجوبتك، ثم مقابل الأجوبة الصحيحة، ضع علامة في خانة "الجواب الصحيح". في النهاية، انقر على "احفظ وأضف سؤالًا آخر".



examtime

نعم، نعم، نعم، أجب بنعم!
أحب هذه المسابقة!

خانات

اختيارات متعددة

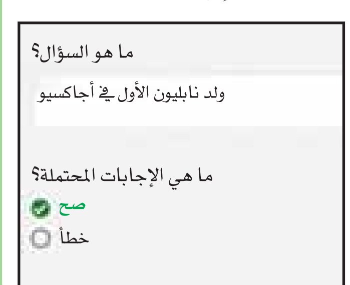
صح أو خطأ

LAURENT BAZART POUR SVJ

مستوى الصعوبة
سهل
الوقت
٢٠ دقيقة
التكلفة
مجانًا
المعدات
حاسوب مع اتصال بشبكة الانترنت

٥ صح أو خطأ؟

لتقديم تأكيد تجيب عنه بصح أو خطأ، انقر على "صح أو خطأ". اكتب جوابك تحت "ما هو السؤال". ثم تحت "ما هي الأجوبة المحتملة؟" ضع علامة "صح" أو "خطأ". تابع اختبارك السريع على هذا النحو وأنت تحفظ في كلّ مرة بوساطة "احفظ وأضف سؤالًا آخر". حالما تجيب عن سؤالك الأخير، اضغط على "احفظ وعد إلى قائمة الأسئلة".



٦ اختبر اختبارك السريع

تلخّص الصفحة الآتية أسئلتك. يمكنك أن تغيّر مكانها عند الحاجة بإزاحتها على الأيقونة. اختبر في النهاية اختبارك السريع بالنقر على "شاهد الاختبار السريع". بعد أن تجيب عن السؤال الأوّل، انتقل إلى السؤال الآتي بفضل السهم. عندما تصل إلى السؤال الأخير، انقر على "قدّم أجوبتك كلّها واستعرض نتيجتك". تظهر عند ذلك نسبتك من الأجوبة الصحيحة. إن أردت معرفة أخطائك، انقر على "مراجعة الأجوبة". عد إلى صفحة النتائج مع "عد إلى ملخّص النتيجة"، وقم بالاختبار السريع من جديد مع "أعد القيام بالاختبار السريع". نقطة أخيرة: عنوان اختبارك السريع هو الذي يظهر على شريط عناوين متصفحتك.

examtime

في أيّ سنة سمّى نابليون نفسه إمبراطورًا؟
اختر جوابًا من الأجوبة التالية:
١٧٩٩
١٨١٥
١٨٠٤

examtime

في أيّ سنة سمّى نابليون نفسه إمبراطورًا؟
صحيح
أجبت
١٨٠٤
الجواب الصحيح
١٨٠٤

(1) RÉVISEZ AVEC DES QUIZ, Science & Vie Junior 297, P 82-83 (2) E. Deslouis avec J. Landemard

جوجل يعرض ٥٠ جوابًا... كيف نختار الأنسب؟[1]

بقلم: فيليب فونتان [2]

لنتخيل أنكم كُلّفتم بإنجاز واجب منزلي عن تاريخ الألعاب الأولمبيّة الشتويّة. كتبتم من دون تفكير عبارة "الرياضات الشتويّة" في صفحة جوجل، فتجدون نفسكم غارقين في مجموعة من الروابط لا يناسب معظمها موضوعكم. كيف نفرز لنختار الجواب الصحيح؟ القاعدة الأولى: علينا ألّا ننسى أنّ جوجل مؤسّسة تجارية، ومصدر دخلها الأساسي؟ الإعلانات، بطبيعة الحال!

يدفع كثير من العلامات التجارية لـ جوجل





أموالًا لتحتلّ الصدارة في محرّك البحث، ومن ثمّ، عندما تبحثون عن عبارة "رياضات شتويّة"، فالأجوبة الأولى التي تظهر على خلفية ملوّنة قليلًا تكون إعلانات لرحلات تزلج. أقصوها بسرعة.

بعد ذلك تتبعها المواقع التي تتناول الموضوع، وتتدرج بحسب شعبيتها (وليس ملاءمتها) وتتصدّر ويكيبيديا -غالبًا- اللّائحة. إنّه موقع مفيد للمعلومات السريعة. لكن للأسف، في حالتنا، ما حصلنا عليه بعد أن سجلنا "رياضات شتويّة" لا يزال بعيدًا كلّ البعد عمّا نريده، وهو تاريخ الألعاب الأولمبية الشتويّة، ومن ثمّ تأتي القاعدة الثانية: صوغوا طلبكم بأكثر دقّة ممكنة، ومن ثمّ، عندما تطلبون موضوع بحثكم، ستحصلون على عدد أقل من الأجوبة، لكنّها ستكون وثيقة الصلة بالموضوع، ويمكن هنا أن يُنجز جوجل المعجزات. عندما تطلبون منه عنوان مسألة في الرياضيات مثلًا، فإنّه من الممكن الحصول على التصحيح المفصّل للمسألة (يستحسن أن يكون ذلك للتأكّد فقط من الحلّ الذي توصلتم إليه بنفسكم) دعونا نعود إلى الواجب المنزلي. فحتّى عندما نكتب في طلبنا لمحرّك جوجل العبارة "تاريخ الألعاب الأولمبية الشتويّة"، ستكون أجوبته كثيرة جدًّا.

هنا تظهر القاعدة الثالثة: اقرؤوا التلخيص المتعلّق بكلّ رابط مقترح. يسمح ذلك التلخيص باختيار الجواب الأنسب لطلبكم، وقبل أن تنقروا على الرابط، اطّلعوا أيضًا على عنوان الموقع، المكتوب بالأخضر تحت الرابط، وخاصة البداية، بعد "www" مباشرة: فهو يعطي غالبًا معلومات عن الموقع ويسمح بتجنّب الأخطاء. على سبيل المثال، يمكننا أن نتأكّد بأنّه لا فائدة تذكر من الموقع www.hotelrestaurant-olympic.com. وبما أن ألعاب سوتشي الأولمبيّة قد انتهت، فمن الأفضل أن نتجنّب النقر على المواقع الإعلاميّة مثل موقع صحيفة لوموند الفرنسية www.lemonde.fr أو موقع القناة الفرنسيّة الثانية www.france2.fr. وهذا ليس لأنّه لا يمكن الاعتماد على مثل تلك المواقع الإعلاميّة، بل لأنّها تتناول أكثر الأحداث الأخيرة التي لا تندرج ضمن موضوع بحثنا التاريخي. في النهاية انتبهوا إلى "الامتداد"، أي الجزء الأخير من عنوان الموقع، فالامتداد ".أورج" "org." مثلًا يشير إلى موقع رسمي يعرض نشاطات مؤسّسات أو هيئات أو منشآت، كما هو الحال في www.olympic.org فهو موقع مرشّح لكي يكون الموقع الأوفر حظًّا لبحثنا... ■

تدقيق البحث

يظهر في جوجل شريط أدوات فوق الروابط. افتحوا علامة التبويب "أدوات بحث". فتحصلون عندئذ على احتمالات كثيرة ليكون بحثكم أكثر دقّة. يمكنكم -مثلًا- أن تختاروا عرض الصفحات العربية أو الصادرة عن مواقع عربية. هذا الاختيار مناسب إن كان إلمامكم باللغة الإنجليزية ضعيفًا، كما أنّه من الأفيَد أن تتمكّنوا من حصر البحث في الصفحات المعدّلة حديثًا: من أقل من سنة إلى أقل من ساعة. إنّها الأداة المثالية للإسراع في اكتشاف المعلومات الأحدث عن موضوع معيّن.

(1) GOOGLE AFFICHE 50 RÉPONSES, COMMENT CHOISIR LA BONNE?, Science & Vie Junior 296, P 84
(2) Philippe Fontaine

فيلم وثائقي على الإنترنت : "الحروب الإلكترونية/خارج السيطرة" Netwars/Out of CTRL

جولة في مراكز الحرب الإلكترونيّة الأماميّة (١)

"*صباح الخير يا صديقي. ثق بي، سنصبح صديقين عند انتهاء هذا كلّه*". هذا هو الترحيب الذي يخصّ به ثلاثينيّ، يضع ربطة عنق ويرتدي بدلة أنيقة، متصفحَ شبكة الإنترنت في الحلقة الأولى من فيلم Netwars/Out of CTRL. يرافق صوته الذي يتحوّل من متملّق إلى متحمّس أو مهدّد، وابتسامته الثابتة، الحلقات الخمس من هذا الفيلم الوثائقي على شبكة الإنترنت الذي نُشر على موقع قناة "أرتي" Arte التلفزيونيّة الفرنسية مُقدّمًا تمهيدًا ذكيًا ورائعًا لخفايا الإنترنت المظلمة.

فيما أصبحت الشبكة العالميّة مسرحًا للنزاعات يبتكرون فيه قوانين جديدة للحرب، يقترح هذا الفيلم الوثائقي من النوع الجديد القيام بجولة على الجبهة، بمحاكاة الشخصيّة الخياليّة المعروفة "الأخ الأكبر" Big Brother.

المثل (نيكولاي كينسكي Nikolai Kinski) هنا ينشر الفوضى بسرعة فائقة، بنظرته أوّلًا، وهي نظرة محدّقة أحيانًا، وبنبرة -حين يشرح- بطريقة لا تفتح مجالًا لأيّ خيار: هذا ما سيحصل، وهذا ما يحصل الآن. ماذا؟ الحرب الإلكترونيّة. إنّها الحرب التي تقودها الدول على الأرض الافتراضيّة ويشترك فيها -أيضًا- كلّ من: المؤسّسات والقراصنة، والمنظّمات غير الحكوميّة، والإرهابيين. هذه الحرب تمسّ كلّ مستعملي الإنترنت بإرادتهم -أو دونها- أي أنّها تمسّ ثلاثة أرباع سكان البلدان المتقدمة.

في العام ٢٠١٤، أصبح مستخدم الإنترنت ضحيّة وجنديًّا محتملين، فالبروتوكولات والأدوات المعروفة في شبكة الإنترنت: المتصفّح، وعلب البريد، وشبكات التواصل الاجتماعي، والخدمات على شبكة الإنترنت (مصرف، تجارة، إدارة...) يمكن أن تتحول إلى أسلحة، ذلك لأنّ عددًا من النشاطات والبُنى التحتيّة تربط فيما بينها شبكة (الإنترنت).

في مقابل خلفيّة كلام نيكولاي كينسكي والمقابلات التي أجريت مع خبراء عديدين (عسكريين، وجامعيين، ومحامين...) هناك اقتراح اختبارات مختلفة.

في البداية، هناك اختبار سريع عن أمن الشبكات، يثبت بسرعة أنّه فيما يتعلّق بالتصفّح والأمن على شبكة الإنترنت، فإنّ الجميع يفتقدون لمعلومات كثيرة، وبعد تجاوز تلك الإجراءات، ينطلق المهرجان الذي تغذّيه الوقائع على الأرض والمعطيات في الوقت الحقيقي.

هكذا تظهر أنواع مختلفة من الاعتداءات في الشبكات العالميّة على شكل: رسوم متحرّكة، فيروسات، أحصنة طروادة، "رفض الخدمة"... المعركة محتدمة. إنّها عمليّة استعراضيّة صرفة؟ قد لا تتجاوز الأمور هذه المرحلة، لكن على مرّ الحلقات، ثمة "وحدات" تكشف عن ضعف الحاسوب نفسه المستعمل لاستكشاف الفيلم الوثائقي على شبكة الإنترنت، وبعد ذلك يسمح هذا الفيلم لكلّ فرد بالتعرّف إلى الأبواب التي يمكن أن تصل آلته واستعمالاتها بتحركات العالم الافتراضي الفجائيّة.

يظهر -بحسب الترتيب واتصال الزائر- الموقع الجغرافي، وطبيعة نظام الاستغلال

ARTE



ينضمّ عملاء إلى شبكات التواصل الاجتماعي بأسماء مزيّفة.

"نظام المراقبة الصناعي" (SCI): ثغرة أمنية

"نظام مراقبة المعطيات واكتسابها" (SCADA)

"نظام مراقبـة المعطيـات واكتسابهـا" هـو مثـال عـن "نظـام المراقبـة الصناعي". تقـوم هذه الأنظمة بمراقبة تخولنا إدارة العمليات الصناعية المعمول بها وقيادتها.

انتشار ٢٢٦١ سطحًا بينيًا من "نظام مراقبة المعطيات واكتسابها"

الولايات المتحدة الأمريكية
إسبانيا
كندا
البرازيل
أستراليا
فرنسا
إيطاليا
ألمانيا

٠ ٥٠ ١٠٠ ١٥٠ ٢٠٠ ٢٥٠ ٣٠٠ ٣٥٠ ٤٠٠ ٤٥٠ ٥٠٠ ٥٥٠ ٦٠٠ ٦٥٠

شاهدوا المقابلة مع
أ.د. المهندس فولكر روث Volker Roth
جامعة برلين الحرة

∧ الآلاف من أنظمة المراقبة الصناعيّة التي تُحصى على هذه الخريطة التفاعليّة، قابلة للاختراق بوساطة الإنترنت.



∧ الممثل نيكولاي كينسكي Nikolai Kinski يحاكي بسخرية قسمًا لمسؤولين كبار في الاستخبارات الأمريكية.

نـوع الحاسـوب المستعمـل، والمواقـع التـي جرى زيارتها، وملامح المشتركـين في شبكات التواصل الاجتماعـي... حتـى لو اندرجت مواطـن ضعفنا -كمستعملين- في العالم الافتراضي فإنّها صارت حقيقة بيّنة!

مـا المخاطر؟ إنها كثيرة: انتحال الشخصيّة، سرقة الحسابـات المصرفيّة، استعمال الحاسوب في غفلـة مـن صاحبه، كما أنّ سبل الـرّد كثيرة أيضًـا. يقدّم فيلم: "الحـروب الإلكترونية/خارج السيطـرة" الجانب المربـع -فالمؤسسات تستفيد مـن سلامـة النشاطـات علـى شبكـة الإنترنت، غـير أنّ مستعمـل شبكـة الإنترنـت يمكـن أن يعتمـد أيضًا علـى أدوات مجّانيّة يجدها في موقع البرنامج الوثائقي على شبكة الإنترنت. **F.L.**

وأيضًا...

إنّ الشركـة الألمانيّـة منتجـة "الحروب الإلكترونية/خارج السيطرة" /Netwars Out of CTRL، "هــي فيلمتانـك ج م ب هـ" GmbH، وبتوجيــه مــن "سانــدرو غايكــن" Sandro Gaycken، وهــو باحـث في معهد العلـوم المعلوماتيّة في برلـين بألمانيـا، تعرض بمـوازاة الفيلم الوثائقي على شبكة الإنترنت، مسلسلًا تلفزيونيًّا يبـثّ قريبًا، وفيه رواية بيانيّة رقميّـة، وكتاب إلكـتروني وكتاب سمعي "الشفـرة" The code. والمسلسـل يمثل روايـة خياليّة ولدت من خيـال قرصان أصبح يعمل لحساب الحكومة الألمانيّة.

- البرنامج الوثائقي على شبكة الإنترنت
http://future.arte.tv/fr/netwars
- الموقع المرتبط
http://www.netwars-project.com

(1) VISITE GUIDÉE AUX AVANT-POSTES DE LA CYBERGUERRE, Science & Vie 1161, PP 128-129



حاسوب المستقبل [1]

أصبحت الهواتف الذكيّة والألواح من الماضي. غدًا، تتصلون بشبكة الإنترنت عبر ملابسكم وعبر ما يحيط بكم يوميًا من أشياء. وبعد غد، في الحقيقة الافتراضية، ستلمسون الأشياء، وتشمّون الروائح عن بعد، بل ستبوحون بمشاعركم إلى جهاز حاسوبكم. وقد بدأت هذه الثورة... اليوم!

بقلم: دافيد جوليان راهميل [2]

JEAN-BAPTISTE ANDRIER POUR SVJ

سَيُلبِسنا ٢٠١٥

منـذ العـام ٢٠١٢، بـدأت ظاهـرة غريبـة تهـزّ عـالم الحاسـوب، فقـد توالـت شـركات جوجـل (Google)، وآبـل (Apple)، وسامسونج (Samsung)، وإنتل (Intel) وحتى مايكروسوفت (Microsoft) في تقديـم ملحقـات للزينـة أو ملابـس مدجّجة بالأجهـزة التقنية وقـادرة على الاتصـال بشبكة الإنترنـت. نسمّيهـا "ويريبل Wearable"، وتعنـي بالعربيـة "الأشياء التي يمكن ارتداؤهـا". والواقـع أنّ المفهـوم ليـس جديـدًا. كانـت المسلسـلات القديمـة مثل "سـتار تريك Star Trek" تتحـدّث عنـه في الستينيّات الميلادية، وفي الثمانينيّات الميلادية، ظهرت ساعات عديدة مجهّـزة بوظائف مثل الحسـاب، وألعاب مصغّرة أو الترجمـة الآليّـة. لكـن تلك المبتكـرات الأولى التـي رأت النور قبل حلـول عصر الإنترنت فشلت فشلًا ذريعًا.

ملحقات إلكترونيّة للزينة

يبـدو اليـوم أنّ الأمـور تختلـف عمّـا كانـت عليه. خـلال عشر سنـوات، تغيـّرت استعمالاتنا لـكلّ ما هو رقمي: انتقلنا مـن استعمال الثابت في المعلوماتيّـة –بجهاز حاسوب موضوع على مكتب– إلى استعمـال نقّال مع هواتفنا الذكيّة أو ألواحنا، ولن نتعجّب إن أصبحت تلك الشاشات تعمل وهي داخـل جيوبنا، موصولة بلواحق محمولة (متّصلة

نظارات جوجل «Google Glass»

"حسنًا أيّتها النظارات، صوّري على طريقة الفيديـو!" بسرعـة، تبـدأ نظارات مايـل (Maëlle) المتصلة بشبكة الإنترنت تصوير المشهد الـذي تريده. يكفي بعد ذلك أن تنقر على اللّوحة اللّمسية المركّزة على طرف النظّارة لإرسال الفيلـم على شبكات التـواصل الاجتماعي. ذلك مثلٌ عمّا يمكن القيام بـه بوساطة هـذا الجهاز الذي يعرض أمام العينين شاشة هاتف ذكي.

سكينبوت «Skinput»

"سكينبوت" skinput جهاز من صنع شركة مايكروسوفت (Microsoft) يسجّل اهـتـزازات الجلد (مثـلًا الاهـتـزازات الـنـاتجة عن النقر على الساعد). عندما نصل الجهاز بعارض فيديو نقال (mobile projector) (موضوع هنا على الكتف)، فهو يسمح بإنشاء شاشة لمسيّة فعليّة على الجلد. يكفي عندئذ أن نفرقع أصابعنا لنفتح قائمة أو نطلب لعبة فيديو صغيرة. إنّه لا يزال في طور التطوير، ولم يحدَّد بعدُ تاريخ إصدار.

آيوتش «iWatch»

تلك الـسـاعـة الـتـي لم تكشف عن أسـرارها بعدُ شركة آبل من المتوقع أن ترى النور هذه السنة. إنها امتداد للآيفون (iPhone). تنقل منه الرسـائـل القصيرة والاتصالات والبريد الإلكتروني. حـتـى تـتـمـيّـز عـن منـافسـيها، ستتضمّـن "الآيـوتـش" لواقـط تسجل خطواتكم أو ضربات قلبكم عندما تمارسون الرياضة.



بشبكة الإنترنت) أخفّ وزنًا وأقل ظهورًا للعيان. يتنبّأ بعضهم بأنّ تلك الأجهزة ستجتاح العالم بقوّة لا تضاهى كما كان حال وصول الهواتف الذكيّة في مطلع القرن الحادي والعشرين. لقد فتحت شركة جوجل الطريق منذ سنتين عندما أعلنت عن "النظارة" Glass، وهي نظارات موصولة بهاتف ذكي تبث على شاشة مصغّرة معلومات عندما تتلقّى أوامر لمسيّة أو أوامر صوتيّة. هذا موضوع غير مسبوق لمن اعتاد النقر على شاشة لمسيّة.

علينا أن نعترف بأنّ التقنية وصلت إلى درجة تصغير مصنوعاتها وثمن إنتاجها ليكونا كافيين للتمكن من دمج أدوات معالجة مصغرة، وبطاريات وكاميرات ولواقط من كلّ الأنواع في طرف صغير من ذراعي النظارات يزن بضعة عشرات من الجرامات. اقتنعت شركة آبل أنّ جوجل تسير في الاتجاه الصحيح، فلحقت بها وأعلنت بعد بضعة أسابيع عن ظهور الساعة الذكية "آيوتش" iWatch – وهي ساعة متصلة بـ آيفون (iPhone). ومنذ ذلك الوقت، أصدرت سامسونج وسوني (Sony) ساعتهما الخاصّة، فيما ننتظر صدور عشرات النماذج من النظارات الذكية في غضون العام ٢٠١٥. قريبًا، قد نضطر إلى التخلص من بعض ملابسنا لنقطع اتصالنا بشبكة الإنترنت!

لا أحد سيقاوم الموجة القوية للأجهزة الموصولة بشبكة الإنترنت



القميص الرقمي «D-Shirt»

أتريدون أن تعرفوا أيّ نوع من الصوتيات يحرّك مشاعركم أكثر؟ إنّه "الدي-شيرت" ("القميص الرقمي" digital shirt) الذي صمّمته المؤسسة الفرنسية "سيتيزين ساينسيز" Cityzen Sciences. يحمل هذا الجهاز في أليافه لواقط مرنة تسجّل كلّ أنواع المعطيات عن حالتكم الجسدية. حالما تنتهي من ممارسة الرياضة، يكفي أن تنظروا إلى هاتفكم الذكي لتعرفوا كم سعرة حرارية خسرتم! متوفر منذ أكتوبر ٢٠١٤.

وشم «Tatouage»

هذه الرقعة التي يمكننا أن نزيلها متى شئنا، هي من اختراع لو نانشو (Lu Nanshu)، وهي عالمة صينية شابة تعمل في جامعة تكساس (Texas) بالولايات المتحدة الأمريكية. أمّا مكوناتها الإلكترونيّة فهي رقيقة للغاية وطريّة إلى حدّ أنّها تلتصق على الجلد. لا ينزعج حاملها، وبإمكانه "نسيانها". إنّها أداة مثاليّة لمراقبة الحرارة أو ضربات قلب المرضى الذين يحتاجون إلى متابعة طبيّة. حاليًا ثمّة نموذج واحد منها فحسب.

جارفيس «Jarvis»

"اسم المقطوعة: السعادة Happy لـ فاريل ويليامس Pharrell Williams". تهمس سماعة فَريد في أذنه كميّة كبيرة من المعلومات. "الجارفيس" Jarvis (وقد سمّي كذلك تيمّنًا باسم الذكاء الاصطناعي الذي يتكلّم مع "توني ستارك" Tony Stark في "الرجل الحديدي" Iron Man)، هو جهاز حاسوب مصغّر يتم التحكّم فيه بالصوت، وهو قادر -عبر هاتف ذكي- على القيام بأبحاث في شبكة الإنترنت. قدّمت شركة "إنتل" Intel الجهاز في شهر يناير ٢٠١٤، ونتوقّع أن يصبح متوفرًا خلال العام ٢٠١٥.

التاكتيلو «Tactilu»

لمسة خفيفة على معصم ليليا Lilia تعلمها بأنّ والدتها تبحث عنها. سوار "تاكتيلو" Tactilu من الشركة البولندية شيل (Cheil) مجهّز بسطح لَمسي يستبين ضغط الإصبع وَحدَّة التواصل وينقل هذه الإشارة إلى سوار آخر. عندئذٍ يُعاد شعور اللّمس بفضل حركة دبابيس صغيرة متحرّكة تحت مادّة من الجلد رقيق عند ملامسة المعصم. يتوقّع أن ينزل إلى الأسواق في العام ٢٠١٦.

NICOLAS SINER POUR SVJ



٢٠٢٥ سيكون محاكيًا للبيئة الحقيقية

يرحب بنيامين بضيوفه فيما تعمّ الأجواء رائحة قالب الحلوى اللّذيذة والشموع العطرة. كان من الممكن أن تكون حفلة عاديّة إلّا أنّ ما يعيشه بنيامين ليس حقيقيًا. أصدقاؤه هم في الواقع على بعد مئات الكيلومترات عنه، ويمكنه أن يتفاعل معهم بفضل أدوات جديدة محاكية للبيئة. قد يبدو هذا المشهد المستقبليّ مجنونًا، لكن التقنيات تخوّل محاكاة النظر، واللّمس وحتى الشمّ، وتلك الحواس أصبحت في صلب موضوعات الأبحاث في المختبرات. دعنا نوضّح ذلك!

عنصورات (بيكسلات) تتجسّد؟ كان هناك عرض جهاز لأوّل مرة في شهر فبراير ٢٠١٤، خلال ألعاب سوتشي (Sotchi) الأولمبية بروسيا. قدّم جناح ميغافايس (Megaface) للزوار فرصة تصوير وجوههم تصويرًا ثلاثي الأبعاد، وعرَض النتيجة مجسمة على حائط عملاق. لهذا الغرض، تبرز في الجدار آلاف المكابس يعلوها مصباح مضيء لإعادة تشكيل شكل الوجه (انظر الصورة على اليسار أدناه).

صورة لمسية ثلاثية الأبعاد...

لا يزال هذا الجهاز يقتصر على عالم الاستعراض والإعلان، لكنّ مهندسي معهد ماساتشوستس للتقنية (MIT)، في الولايات المتحدة الأمريكية يعملون على تطبيقات ممكنة لتلك الواجهات المجسمة، ومن ثمّ أنجزوا نموذجًا غريبًا، يدعى "إنفورم" inForm يسمح بالتحكم في الأشياء عن بعد. عندما يحرّك المستخدم أصابعه -مثلًا- تسجَّل الحركات من خلال كاميرا "كينكت" Kinect وتُنقل إلى منحوتة يحرّكها نظام من المكابس، يحاكي الحركات في الوقت نفسه. يسمح الجهاز في الوقت الحالي بتحريك شيء بسيط كالكرة مثلًا (انظر الصورة في أسفل الصفحة المقابلة). إنها مرحلة جديدة باتجاه فيديوفون (videophone) لمسي.

"الأوكولوس ريفت" Oculus Rift هو أيضًا جزء لا يتجزّأ من تلك التقنيات الثوريّة المحاكية للبيئة. تخضع النسخة الأولى -حاليًا- للاختبار عند عدّة مبتكرين لألعاب الفيديو، وتقدم تجربة مذهلة من الواقع الافتراضي. يكفي أن نشاهد -على أفلام الفيديو المنتشرة على شبكة الإنترنت- الرعب الذي يساور المختبرين الغارقين في محاكاة الأفعوانيات (قطارات الموت) مثلًا. تظهر أمام العينين شاشة حاسوب توهم المستخدم بأنّه جزء لا يتجزّأ من المشهد المعروض بالأبعاد الثلاثة. انطباع الواقع مذهل للغاية إلى حدّ أنّ الصورة تتكيّف مع حركات الرأس بفضل جيروسكوب مندمج. تلك التقنية لن تكون حكرًا على اللاعبين، فقد تمكّن زوّار مهرجان ساوث باي ساوثويست South by Southwest الرقمي في أوستن (Austin) بالولايات المتحدة الأمريكية من القيام باختبار

> **قالب حلوى ثلاثي الأبعاد، شموع افتراضية... مع صداقة حقيقية!**



بعد أن تمَ تصوير وجوه متفرجي ألعاب سوتشي Sotchi الأولمبية بالأبعاد الثلاثة، ظهرت تلك الوجوه مجسمةً... ومكبّرةً!

ASIF KHAN



CHRIS SMITH POUR SVJ

افتراضي لتسلّق الجدار الجليدي للمسلسل التلفزيوني "أغنية من ثلج ونار" A Song of Ice and Fire، وهكذا زُجَّ المختبِرون في حُجيرة مصعد تشبه تلك التي نراها في المسلسل التلفزيوني، وكان هؤلاء مجهّزين بـ"الأوكولوس ريفت" وبوسعهم مشاهدة المنظر ولمس قضبان الحجيرة أيضًا.

...رسائل عَطِرة!

لا يمكننا تخيّل واجهة تحاكي البيئة فعلًا من دون روائح. الفكرة ليست جديدة. في مطلع القرن الحادي والعشرين، كانت شركة "ديجيسانت" (DigiScent) قد أطلقت رذاذتها الذكية "آيسميل" iSmell القادرة على خلق المليارات من العطور. لهذا الغرض، كانت قد صنفت مئات العطور التي يمكن للمستخدمين إرسالها بوساطة البريد الإلكتروني على شكل رمز مشفّر. غير أنّ المشروع عرف فشلًا ذريعًا. وهذا لم يمنع ميلاد أفكار أخرى تبدو حمقاء، وهكذا، فقد أنشأت الشركة الأمريكيّة للأطباق الجاهزة "أوسكار مايير" Oscar Mayer تطبيقًا للآيفون (iPhone) مع أداة تتصل بالهاتف لتنشر رائحة لذيذة من اللّحم المقدّد المشوي عندما تستيقظون.

أمّا المختبر المسمّى "لولابوراتوار" Le Laboratoire الكائن بباريس فهو مركز اختبارات فنيّة على الهاتف الذكي "الأوفون" Ophone الذي يبعث برسائل نصيّة قصيرة معطّرة بفضل ثماني عُبوات تحتوي جزيئات عطريّة. عندما تمتزج، يمكنها أن تشكّل مئات العطور المختلفة. الفكرة مازالت غير مقنعة كثيرًا لكنّها بداية مشجّعة.

^ تحريك كرة عن بعد؟ ذلك ممكن مع جهاز "إنفورم" inForm. هذا النموذج يلتقط حركات اليد ويكرّرها بفضل نظام من المكابس!

CAPTURE D'ÉCRAN: MIT

٢٠٣٥ سيكون في كلّ مكان

لقد بـدأ غزو سريّ وأنتم ربّمـا غافلون عنه. انطلـق الاجتيـاح في هواتفنـا المحمولـة وانتشـر بسرعة إلى أشياء أخرى ذات استعمال يومي مثل: الثلاجات وعلب النفايات والمصابيح والسيارات. هـذا الغزو هـو غـزو الرقاقـات الإلكترونيّة التي تربـط ١٥ مليار من الأشيـاء المختلفة بالإنترنت. في المنـزل، تسمح لنا تلك الأشيـاء برغد العيش: المصابيـح مثـلًا، ستستبين وجودنـا وتضبط آليًّا إضاءتهـا، أو الثلاجـة ستذكّرنـا بتزوّدهـا قبـل أن تفرغ... وهكـذا ستتوسّع إنترنـت الأشياء من حولها حتى تصبح أشبـه بشبكة عصبيّة عملاقة مُحوْسبة على مستوى مدن برمتها.

اليوم في فرنسا، تختبر مدينتا ليون (Lyon) وتـور (Tours) العـدّادات الكهربائيّـة الذكيّـة الأولى. بفضلهـا، سيتمكّـن مـزوّدو الطاقـة من معرفـة حاجات الشبكة وتوقيـف تشغيل الأجهزة بصفة آليـة في حالة عدم الحاجة إليها واستعادة تشغيلهـا عنـد الضـرورة، وهـذا بقصـد توفير الطاقـة. المنطـق نفسـه ينطبـق على المـاء، فهو مـورد يزداد أهميّة يومًا بعد يـوم. تبدأ الشركات بنشـر عـدّادات يمكنهـا أن تتابـع مـن خلالهـا الاستهلاك في الوقـت الفعلي وتحذّر المستخدمين بوساطـة البريد في حال وجـدو تسربات. لمرافقة هـذا التطوير في الخدمـات، يتعيّن على الطرقات أن تتقـدّم أيضًـا، بحسـب مـا تشرحـه هيلـين جاكـو غيمبـال Hélène Jacquot Guimbal (مـن

المصباح المقتصِد

يضبط إضاءته وفقًا للفترات الزمنيّة، والظروف المناخيّة ومرور المشاة أو السيارات.

المباني متّصلة بشبكة الإنترنت

تطفئ الأضواء آليًّا وتقفل النوافذ والأبواب عندما يغادر الجميع المكان.

LA DEFENSE

SVJ

الطريق القادرة على التواصل

إنّها مجهّزة بلواقط، وتستبين ازدحام السير، والحوادث، وأماكن التوقّف الشاغرة وتنقل تلك المعلومات إلى لافتات المرور الرقميّة وإلى السيارات.

الحافلة ذات الأولوية

تُشعر بموقعها الإشارات الضوئيّة لتصبح باللون الأخضر عند اقترابها.

ILLUSTRATION NICOLAS DELILLE ET BERTRAND GAMBLIN POUR SVJ. PHOTOS MARIE FLORES POUR SVJ, SHUTTERSTOCK

المعهد الفرنسي للعلوم وتقنيات النقل والتنظيم والشبكات (IFSTTAR): "في غضون سنتين، ستتمكّن طرقات عديدة من أن تنقل حدود السرعة الإلزاميّة لسيارة مجهّزة بعلبة تخفض دوران المحرك. ولاحقًا ستُجهّز الطرقات بلواقط ستكتشف أماكن التوقّف الخالية أو تستبين ازدحام السير أو الحوادث خلال الوقت الفعلي لترسل تلك المعلومات مباشرة إلى سيارتكم.

صناديق القمامة تتجسّس...

ينبغي، قبل أن نجعل المدن والطرقات أكثر ذكاء، أن نحلّ مشكلات عديدة: المشكلة الأولى: اكتشاف لغة مشتركة بين كل تلك الأشياء.

من المعلوم أن أجهزة حواسيبنا ترتبط بشبكة الإنترنت بفضل سلسلة من <البروتوكولات> محدّدة بوضوح ومجمّعة تحت اسم "TCP/IP". فيما يتعلّق بإنترنت الأشياء الأخرى، فالأمور أكثر تعقيدًا لأنّه في الوقت الحالي، ليس ثمة بروتوكول يسيطر على الآخر، وفي هذا السياق نجد مجموعات كبيرة تتصارع، مثل "سيسكو" Cisco و"آي بي أم" IBM، لتفرض بروتوكولها الخاص. يقضي تحدّ آخر بتأمين سلامة تلك الاتصالات بين الأشياء المختلفة، وبهذا الصدد أظهر القرصان الإلكتروني دان تينتلر Dan Tentler أنه من السهل للغاية اليوم التحكم في كاميرا مراقبة داخل أجهزة لاسلكي الأطفال أو محطة غسيل سيارات آلية باستعمال محرك "شودان" Shodan، وهو محرك بحث مخصص للأشياء المتصلة بشبكة الإنترنت.

بأيّ لغة ستتواصل كل تلك الأشياء؟

في النهاية يبقى أن نعرف ما مصير المعطيات التي انبثقت من هذه الأشياء التي نمتلكها.

عند تحليل تلك المعطيات بطريقة سريّة، يمكنها من دون شكّ تحسين حياتنا اليوميّة. غير أنّه بالإمكان أن تُستعمل أيضًا للتجسّس علينا. هذا ما اكتشفه سكان لندن –وهم لا يعلمون– بعد تركيب صناديق المهملات "الذكيّة" ففضلًا عن تلقّي تلك الصناديق النفايات وعرض إعلانات ومعلومات عن السير، تستجمع أيضًا مجمل المعطيات التي تتضمّنها هواتف المارّة الذكية. إنّه أمر يدفع إلى التشكك في كلّ ما يحيط بنا. أليس كذلك؟

إضاءة

البروتوكول
هو مجموعة قواعد وإجراءات يتعيّن احترامها لتمكين أجهزة الحاسوب من تبادل المعطيات على شبكة ما.

صندوق النفايات الذي يبعث برسائل قصيرة

يصنف بنفسه النفايات، ويضغطها ويُعلم خدمات صيانة الطرقات عندما تمتلئ.

المسطحات الخضراء الذكيّة

تتواصل مع محطّة محلية للرصد الجوي وتسقي نفسها في حال ارتفعت الحرارة كثيرًا.

السيارة المستقلة

إنها تتواصل مع السيارات الأخرى، ومع اللافتات المرورية واللّواقط المنصّبة على طول الطريق، وعندما تستبين علامات تعب عند السائق، تتحوّل إلى القيادة التلقائيّة.

الدرّاج محميٌّ

بفضل جهاز إرسال مركّب في هاتفه الذكي: تفرملِ السيارات المتصلة بشبكة الإنترنت عندما تستبينه.

إشارات ضوئية من الوسائط المتعدّدة

تغيّر أوقاتها وفقًا لحركة المرور، وهي مجهّزة بشاشات ألعاب فيديو لتشجع المشاة على الصبر.

٢٠٥٠ جهاز حاسوب ودّي

"صباح الخير ثيو Théo، هل نمتَ جيّدًا؟ لديك موعد عند الساعة التاسعة صباحًا. لا تجبرني على جرّك من السرير...

– رويدًا، رويدًا! نمت في ساعة متأخرة بالأمس! كان الفيلم الذي اخترتيه ممتعًا للغاية.

– هذا يسرني كثيرًا، في الواقع، حجزتُ مطعمًا رائعًا لهذا المساء، إنّه مطعم من المطاعم الإيطالية التي تحبها".

إنّه محظوظ جدًّا. تعرف سامانثا (Samantha) كلّ ما يتعلّق به، ما يحبه، وعاداته المستهجنة، وما يغضبه، وذوقه في الملابس وفي الطعام، وحتى أفكاره السياسيّة!، وهي دائمًا تحت تصرّفه، ظريفة، ولا تغضب أبدًا: إنّها الرفيقة المثالية، وما هي سوى جهاز حاسوبه الخاص!

بطبيعة الحال، تبدو هذه القصّة الغريبة من ضرب الخيال الذي تخيّله سبايك جونز Spike Jonze في فيلمه الأخير "لها" Her. ومع ذلك فاحتمال أن نحصل ذات يوم على حافظ سرّ إلكتروني يتقن استباق حاجاتنا ويداعبنا بصوت عذب، ليس بعيد المنال، وفي هذا السياق نشير إلى أنّ الشركات العملاقة الأمريكية، مثل: جوجل وفيسبوك أو أمازون قد شرعوا في بناء هذا الذكاء المعلوماتي. لكن الأمر لا يهدف إلى تزويدنا بصديق افتراضي، بل باستغلال تجاري للمعطيات التي ننشرها كل يوم على شبكة الإنترنت بقصد إرسال إعلانات محدّدة حسب نوعيّة الزبائن، وهكذا –ومنذ الآن– تسمح التقنيات المتطورة للآلات بالتعرّف إلينا جيّدًا.

إنّه مبرمَج ليستبق رغباتنا

دعنا نأخذ شركة أمازون مثلًا. تستعمل هذه المؤسسة مجموعة من >الخوارزميّات< القادرة على مقارنة المعلومات التي تعرفها عنّا –المنتجات التي اشتريناها (شرائط مصورة، أقراص دي في دي، الهاتف...)، والموضوعات التي تهمّنا (علم الخيال، مصاصو الدماء، الكوميديا...)– وكذا المعلومات حول مشتريات الزبائن الذين لهم السن نفسه، أو الجنس أو الجنسيّة، وبفضل مجمل تلك المعطيات، تستطيع أمازون التقدم باقتراحات خاصّة بكل الفئات. لقد وصل الأمر بالشركة إلى ملاحقة فأرتنا لتحديد صفحات المنتجات التي نمضي عندها وقتًا أطول، وتزعم أنّه عمّا قريب ستتمكّن من توقّع بعض مشترياتنا وتحضرها للإرسال قبل أن نقدّم طلبيتنا!

والأدهى من ذلك كلّه، يقترح جوجل منذ الآن مساعدًا شخصيًّا متوفرًا على الهاتف الذكي ("جوجل الآن" Google Now) يتوقع حاجاتنا مسبقًا: يعلمنا عن حركة السير عندما يستبين انتقالًا، ويقترح المطاعم المناسبة لأذواقنا ساعة الغداء، ويعلمنا بآخر نتائج فريقنا المفضل في كرة القدم! وهذا كلّه بالاستناد إلى موقعنا الجغرافي، وعلى أبحاثنا السابقة، وأفلام الفيديو التي نشاهدها على اليوتيوب وعلى فحوى برقياتنا الإلكترونيّة. تأمل المؤسّسة أن تمنح ذات

إضاءة

الخوارزميّة المقصود بها في الرياضيات، سلسلة منطقيّة من التعليمات لحلّ مشكلة. عندما تتم ترجمة الخوارزميّة إلى لغة حاسوبية تصبح برنامجًا.



CAPTURE D'ÉCRAN: FILM I ROBOT

> في فيلم "أنا، روبوت" I, Robot يستبق الحاسوب فيكي VIKI (الوجه الظاهر بالتصوير التجسيمي holography) بطريقة ممتازة ردّات الفعل البشريّة إلى حدّ أنّه يصبح خطيرًا. هنا، يحاول البطل –الذي يجسده ويل سميث Will Smith– أن يقضي عليه.



يـوم الآلات القدرة على فهم معاني جملنا وإجراء النقاشـات فعلًا معنا. لهذه الغايـة، تموّل جوجل حاليًـا أبحاثًـا طموحـة في الـذكاء الاصطناعي، تستنـد إلى حاسـوب خـارق يتألف مـن ١٦ ألف معالـج للمعلومـات يحاكـي شبكـة مـن الخلايا العصبيّة. إنّه عمل طويل النفس، ولا نتوقع إنجازه قبل عشرات السنوات لكنه عمل واعد، وبذلك لن يبقـى لأجهـزة حواسيبنـا سوى قـراءة عواطفنا وفـكّ ألغـاز مزاجنا لتكـون في آن واحـد أجهزة ضروريّة لا يمكن الاستغناء عنها! نلاحظ في هذا المجال أيضًا أن التقنيات لا تزال قيد التطوير.

تعمـل شركـة "بيونـد فيربـال" Beyond Verbal على برنامج يتعـرّف إلى المشاعر الخفيّة في إيقاعـات الصـوت، وفي السكـوت بين الجمل، أو حتـى في بنـاء الجملـة المستعملـة، وفي قـوّة الصـوت. لا يـزال النظام المبني علـى بنك واسع من التسجيـلات الصوتية بدائيًّا. لكنّه قد يصبح أكثر أهميّة إن جمعنا ذلك الإصغاء الذكي بتحليل عبارات الوجه.

...ويفك ألغاز عواطفنا

ذلـك ما تقترحه أفيكتيفا (Affectiva)، وهي جهاز صمّمه مهندسون من معهد ماساتشوستس للتقنيـة في الولايـات المتحـدة الأمريكيـة. المبدأ الذي يعتمد عليـه: تحليل –الصورة تلو الصورة– حـركات ٢٤ نقطـة رئيسة علـى الوجـه لاستبانة حـالات الملل، أو المفاجـأة، أو الفـرح، أو الحزن. لا يزال التطبيـق في بداياته لكنّه بدأ يثير اهتمام صانعـي الهواتـف الذكيّة الذين يريـدون اقتراح أجهزة قادرة على القيام باختيار قطعة موسيقيّة بصفـة آليّـة وفقًـا لمزاجنـا، أو اختيـار المستوى المناسـب للعبـة فيديـو وفـق درجـة انزعاجنا أو ارتباكنا.

أخـيرًا، فـإنّ أحـد العوائـق التقنيـة الأكثر تعقيـدًا التـي ينبغـي تجاوزها لتصبـح علاقتكم شخصيـة مـع الحاسوب قـد تكون صـوت الآلة. ذلـك أنّ آلات التركيـب الصوتـي موجـودة منذ الستينيّـات الميلاديـة من القـرن الماضـي إلّا أنّ الطريقـة الوحيـدة لإضفـاء المزيد مـن النغمات البشريّـة عليها يكمن في استعمال صوت أشخاص حقيقيـين، وهكـذا، فالراجح أن سـيري (Siri)، الوجـه الصوتـي لأجهـزة: الآيفـون والآيباد، هو الصـوت الأكـثر نجاحًا اليـوم، إذ يـردّد كلمات وجمـل سبـق وتم تسجيلهـا بالفرنسيّـة مـن قبل الممثـل سيريـل مازوتـي Cyril Mazzotti، وهكذا فنحن نستمع إلى الصـوت نفسه في كلّ الأجهزة. في الواقع، هذا ليس الحلّ الأجمل ليصبح الجهازُ الأداةَ الفريـدة من نوعها في نظرنا (أو بالأحرى، في مسمعنا).

سيعرِف كل شيء عنّا، لكِن هل سيشاطرنا مشاعرنا؟

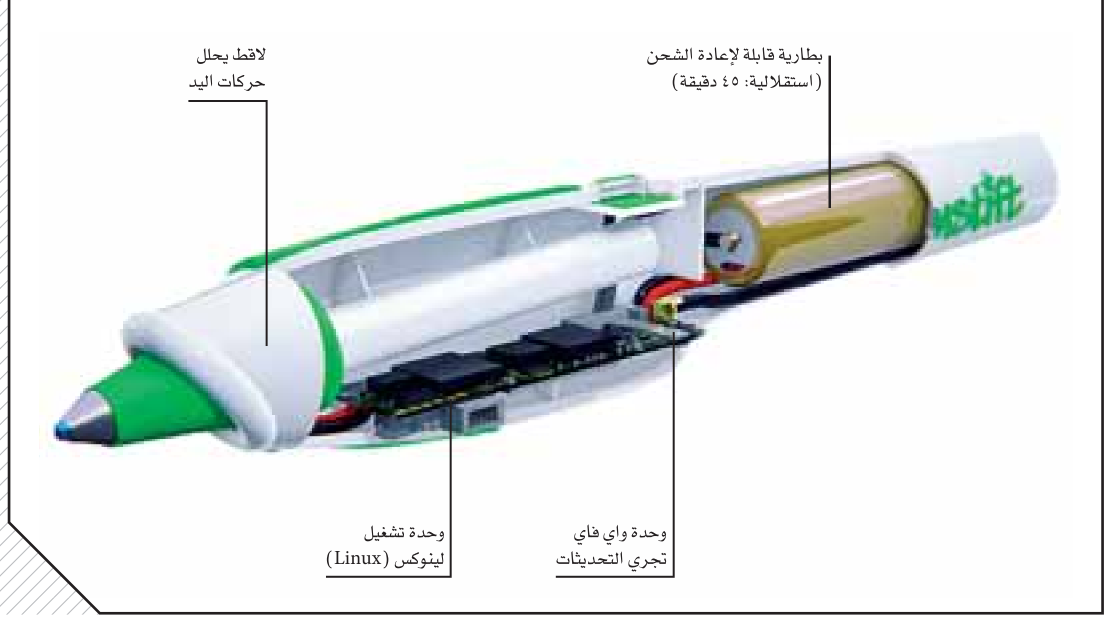
لا عجـب في ذلك فنحـن عندما نقول لسيري "أحبـك"، يـردّ: "أتمنى ألا تقولهـا لكل أجهزة الهاتـف...". ■

(1) L'ORDINATEUR DU FUTUR, Science & Vie Junior 296, PP 32-41
(2) David-Julien Rahmil

القلم الذي يصحّح أخطاءكم الإملائيّة

ربّما أصبحت خطابات البحث عن العمل وعرض الحال والمراسلات الرسميّة المليئة بالأخطاء في خبر كان! إذ ابتكرت شركة في مدينة ميونيخ الألمانية -تدعى ليرنستيفت (Lernstift) ("قلمًا تعليميًّا" بالألمانية)- قلم حبر قابل للتعبئة، وقادر على اكتشاف أخطائكم أو أحرفكم المكتوبة بخط سيئ. سُمّي هذا القلم "فايبرايت ليرنينغ بين VibeWrite Learning Pen"، وهو لا يحتاج إلى وصله بجهاز حاسوب (إلا لتحديثه) لأنّه يتضمّن قاعدة بياناته الخاصّة، وبناء على تلك المعلومات، يقترح طريقتين للتصحيح: تدعى الطريقة الأولى "فن الخط"، وفيها تسمع صوت إنذار عندما لا يُكتب الحرف بشكل جيد، أمّا الطريقة الثانية فتدعى "إملاء"، وتجعل القلم يهتزّ: مرة واحدة لخطأ في كلمة، ومرتين إن كانت الجملة غير صحيحة نحويًّا، ولتحليل كتابتكم، يحوي هيكله البلاستيكي عناصر مشابهة لعناصر الهواتف الذكية: نظام تشغيل لينوكس (Linux) ومعالج بيانات ولواقط مختلفة (أداة تحديد الاتجاه، مقياس تسارع). تحلّل هذه الأجهزة حركات الأحرف والكلمات وأشكالها المحدّدة لإعادة نسخ الكتابة المخطوطة يدويًّا. في الوقت الحالي، تتعرّف النسخة الأولى لهذا القلم إلى ١٠٠ كلمة فحسب (بالإنجليزية)، وهذا العدد لا زال هزيلًا جدًّا، لكن من المتوقّع أن تستكشف النسخة الثانية ٥٠٠٠ كلمة في نهاية العام ٢٠١٤. من جهة أخرى، بدأ الكلام الآن عن اعتماد لغات أخرى، منها اللّغة الفرنسية. **PH.R.**

السعر: ابتداءً من ٩٠ يورو (ما يعادل ٤٥٠ ريال سعودي).
للمزيد من المعلومات: http://vibewrite.com




nature
الطبعة العربية
الدوريـة الشهـريـة العـالميـة للعــلوم
nature
الطبعة العربية
تصدُّع على القمر
اقرأ في العدد السادس والعشرين
من مجلة نيتشر الطبعة العربية
• جناح إيبولا المفقود.
• المحتالون الكيميائيون يفسدون اكتشاف الأدوية.
• بروتيوميَّات/جينوميَّات أورام القولون والمستقيم.
• التحرير التعاوني على الإنترنت.
وغيرها عن آخر المستجدات العلمية.



قضيّة سنودن Snowden

كيف يجري التجسّس على كابلات الشبكة؟[1]

تؤمّن كابلات الألياف البصريّة –المؤلفةُ نواتُها من قنوات السيليكا وقطرها لا يتجاوز بعض الميكرومترات– معظم التبادلات العالميّة السريعة عبر خدمة الإنترنت (عشرات التيرابايت في الثانية علمًا بأنّ التيرابايت= ألف جيجابايت) ما يجعلها هدفًا رئيسًا لجواسيس

تذكير بالوقائع

في ٦ يونيو ٢٠١٣، كشف إدوارد سنودن Edward Snowden أنّ الولايات المتحدة الأمريكية تتجسّس على الاتصالات الهاتفيّة وعلى تدفق المعلومات على شبكة الإنترنت على المستوى العالمي.

في نهاية العام ٢٠١٣، قدّرت الصحيفة البريطانية ذو غارديان The Guardian أنّ وكالة الأمن القومي الأمريكية تلقّت حتى ٢١ بيتابايت (مليارات الميجابايت) من المعطيات في اليوم. إنّها إحدى أكبر عمليّات الحصاد في تاريخ التجسّس.

في أبريل ٢٠١٤، بحثت قمّة نتمونديال NetMundial في ساو باولو (البرازيل) في خفض تأثير الولايات المتّحدة الأمريكية في إدارة شبكة الإنترنت.

شبكة الانترنت، غير أنّها صعبة الاختراق. يقول ديدييه إراسم Didier Erasme الأستاذ والباحث في "تيليكوم باريتيك" Télécom ParisTech شارحًا الوضع: "الألياف البصريّة لا تشع: تبقى الإشارة مركّزة في الداخل، ومن ثمّ، يصعب اعتراضها خلافًا للبث الإذاعي".

العمليّة صعبة لكنها ليست مستحيلة بحسب تقرير نشره مكتب دراسات مؤسّسة المعلومات العالميّة IDC. عند رومان فوشورو Romain Fouchereau، محرّر التقرير، ثمة ثلاث وسائل للتجسّس على الألياف البصريّة.

الأولى: إدخال جهاز على الألياف لتحويل قسم من التدفق. تحتوي أصغر حلقة من الإشارة –في الواقع– كامل المعلومات التي تحتويها، وبما أنّ المعطيات نسخت بتناسق بين الشدّة والتواتر، تبقى المعلومات محفوظة مهما كانت نسبة الإشارة الملتقطة ما يسمح "باستخراج" جزء ضعيف منها من دون أن يلاحظ أحد ذلك، لكن تلك الطريقة تتطلّب قطع الألياف وتوقيف تدفقها لبضع ثوان مع إمكانيّة لفت الأنظار.

الوسيلة الثانية لا تتطلب قطع الألياف: الاستفادة من ظاهرة تدعى "بث رايلي Rayleigh"، يتدفّق من خلالها قسم صغير للغاية من الإشارة الضوئيّة في السيليكا ويفلت منها بصورة طبيعيّة. نجمع ذلك التدفّق بتجريد الألياف من غلافها ولفّها بمكشاف ضوئي قوي.

الوسيلة الثالثة، من دون قطع أيضًا: تجريد الألياف من غلافها وتقويسها بقوّة لعكس الإشارة الضوئيّة والتسبب في بث للضوء نحو الخارج، ومن ثمّ يتم جمعه بالطريقة نفسها. حالما يتم تحريف الإشارة، يترجم معدل موجات بسيط (كمعدلات الموجات التي جهّزت بها المنازل المتّصلة بالألياف) تلك المعلومات الضوئيّة إلى معطيات مفهومة. لكن كل تلك التقنيات مبنيّة على الشرط المسبق نفسه، وهو بالغ الأهميّة: التمكّن من الوصول إلى الكابلات.

تواطؤ داخلي

حتى اليوم، نحصي ٣٠٠ كابل تحت الماء تقريبًا، تصل مناطق مختلفة من العالم. الكابل الأول هو "تات-٨" TAT-8، تم مدّه بين أمريكا وأوروبا في العام ١٩٨٨. والأطول، يصل شمال أوروبا بجنوب شرق آسيا، ويمتد على مسافة ٣٩ ألف كلم.

تكمن مشكلة الجواسيس في أنّ تلك الكابلات



عندما تدرك الكابلات الواقعة تحت الماء نقاط وصولها على سطح الأرض توفر نفوذًا سهلًا لتدفق المعطيات العابرة للمحيط الأطلسي.

J.CARNETT/BONNIER BY GETTY

غائصة في الماء، حتى عمق ٨ آلاف متر، أمّا بالقرب من السواحل (ابتداء من عمق يبلغ ١٥٠٠ متر) فتدفن الكابلات لحمايتها من شبكات الصيد الجيبيّة ومن المراسي التي تغطّي قعر البحار.

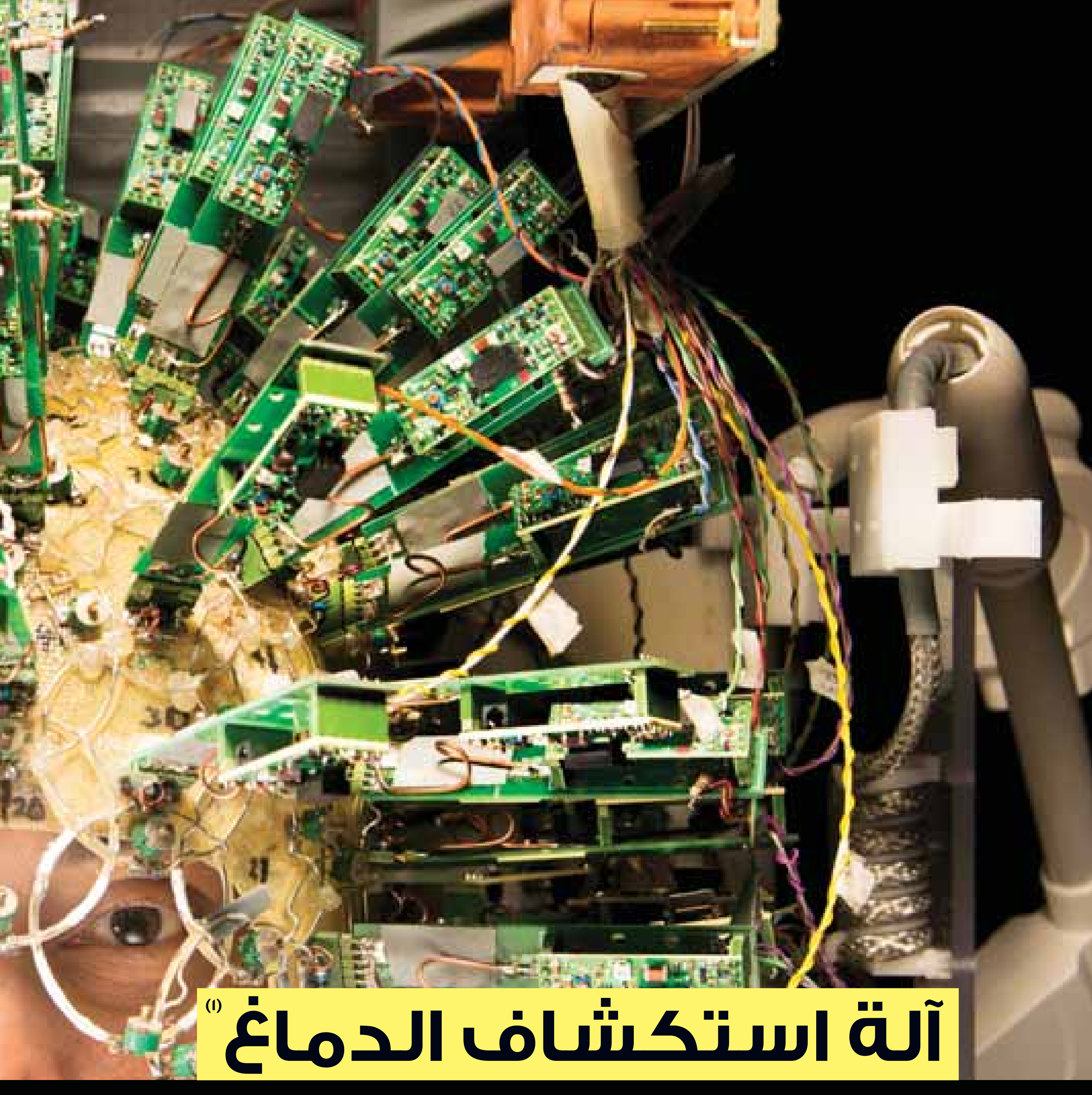
كيف وصلت إليها وكالة الأمن القومي الأمريكيّة؟ يقول ديدييه إراسم: "لا أتصور أن يتمكّن جواسيس من قطع كابل ويصلوا كابلًا خاصًا بهم من دون أن يُكشف أمرهم، لا بدّ من أنّهم وصلوا كابلاتهم بأجهزة التحويل، مباشرة في محطات وصول الكابلات". تستقبل تلك الأبنية الواقعة بالقرب من الساحل الألياف لوصلها بالشبكة. يضم بعضها عدّة كابلات تجمع فيها كل الاتصالات التي تنتقل من قارة إلى أخرى، مثل مبنى بود Bude في جنوب المملكة المتحدة، الذي يضم سبعة كابلات.

إنّها حقًّا مغارة علي بابا للصوص المعلومات الرقمية، خاصة أنّ تلك المراكز مجهّزة بمعدّات صُممّت من البداية كي تحوّل قسمًا من الإشارة لتخوّل العاملين تحليل نوعيتها. لربما حوّل جواسيس أجهزة الصيانة تلك ببساطة للوصول إلى تدفّق المعطيات وتسجيلها بسريّة تامّة. يقول ديدييه إراسم: "من الضروري اللجوء إلى تواطؤ داخلي، أو اتفاق مع السلطات المحليّة".

بحسب إدوارد سنودن -الموظّف السابق في وكالة الاستخبارات المركزيّة الأمريكيّة ووكالة الأمن القومي- فقد طلبت الوكالة الأخيرة وكذا نظيرتها البريطانيّة -إدارة المواصلات الحكومية العامة GCHQ- من العاملين معهما وأصحاب الكابلات ومحطات الوصول، التعاون وتخويلهما دخول المواقع. وقد طرحنا السؤال على مؤسسة الاتصالات الفرنسيّة "أورانج" Orange، وهي شريكة في إدارة الكابلات البحرية، لكنها لم ترد على سؤالنا.

لقد ورد في تقرير رومان فوشورو القول: "بما أنه من المستحيل التحكم في كامل الشبكة، يقضي الحل الوقائي الوحيد لحماية المعلومات تشفيرها قبل إرسالها إلى الكابلات". إنها محاولة فعالة لكنها مكلفة، ولم تنشر بعد على نطاق واسع، وفي تلك الأثناء نجد برامج التنصت التي وضعتها وكالة الأمن القومي الأمريكيّة وإدارة المواصلات الحكوميّة العامّة البريطانية لا تزال قائمة. **P.-Y.B.**

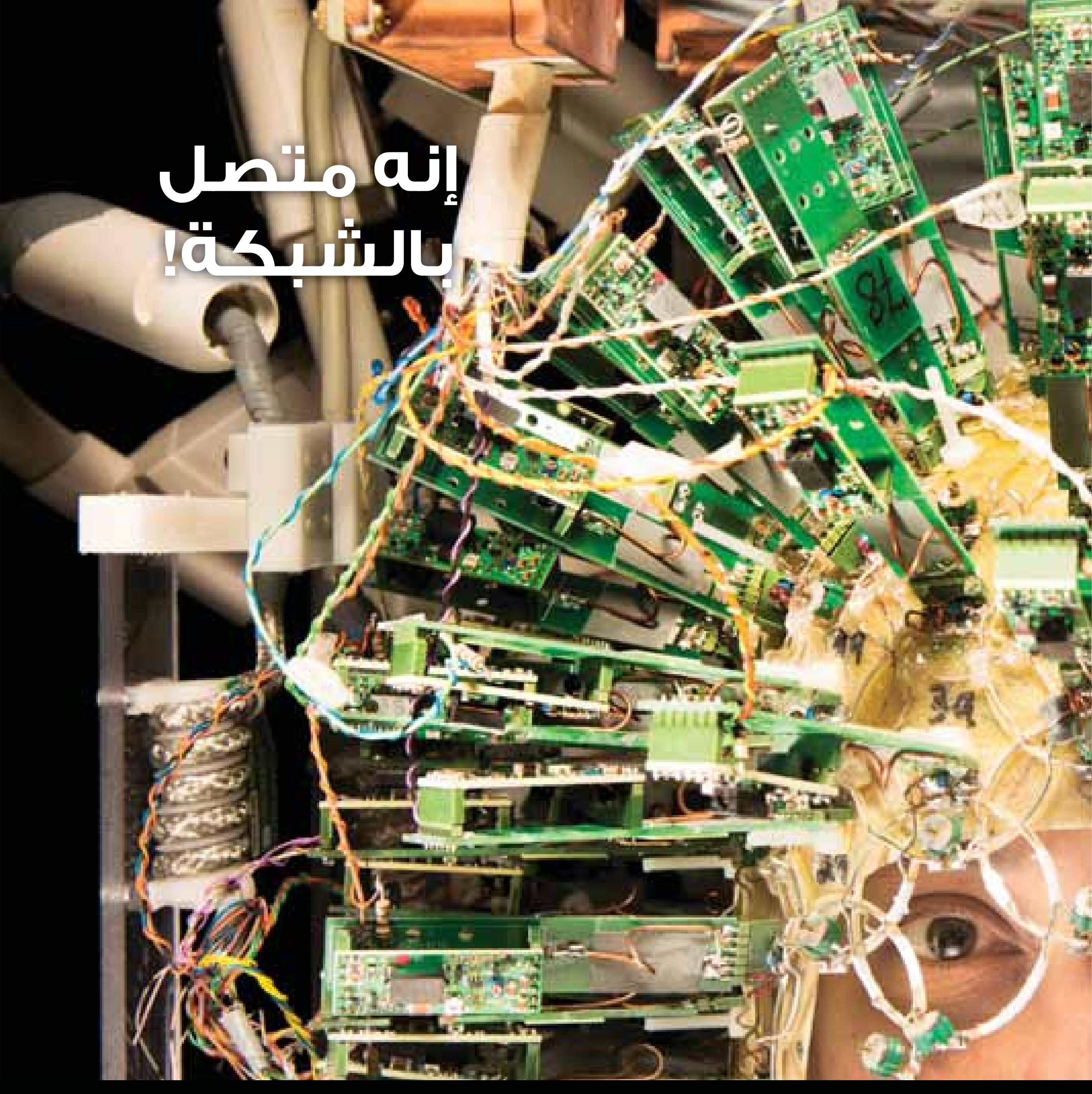
(1) AFFAIRE SNOWDEN: COMMENT ESPIONNE-T-ON LES CÂBLES DU NET?, Science & Vie 1161, PP 40-41



آلة استكشاف الدماغ[1]

كلّا، هذا الرجل ليس أحيائيًا إلكترونيًا ولا تساهم الدوائر الإلكترونيّة التي تبدو مزروعة على جمجمته في توسيع قواه التعليميّة. هذه الخوذة التي تشبه أدوات التعذيب هي في الحقيقة غير مؤلِمة على الإطلاق. يتعلّق الأمر بماسح ضوئي خارق للعادة، يستهلك طاقة بقدر ما تستهلكها غواصة نوويّة! مهمته: استكشاف أعماق الدماغ لوضع خارطة للكيلومترات الطويلة من الألياف العصبيّة التي تصل المناطق المختلفة في ذلك العضو. كيف؟ حسنًا، نطلب من المريض أن يتكلّم أو يتذكر حدثًا ممتعًا أو مؤلمًا. لمشاهدة المناطق الناشطة، يرسل الماسح حقلًا مغناطيسيًّا يثير جزيئات الماء التي توجد في ممر السائل العصبي. تلك الاضطرابات تسجّلها الدوائر الإلكترونية الـ ٩٦ وأجهزة الاستشعار على الخوذة. حالما يفكّك جهاز الحاسوب تلك المعطيات، تتمكّن هذه الأخيرة من رسم طريق تسلكها الرسائل من خلية عصبيّة إلى أخرى؛ ومن ثمّ، يظهر دور شبكات الألياف العصبيّة.

إنه متصل بالشبكة!



ROBERT CLARK

لقد سمحت هذه الصور بالتوصل إلى اكتشاف مهمّ: بعد أن كنّا نتصوّر أنّنا نواجه فوضى معقّدة أشبه بفوضى خيوط كُبة الغزل، أدركنا أنّ "الألياف العصبية" تتلاقى دائمًا بزاوية قائمة. لماذا؟ هذا لغز! لكن لا شكّ أنّ هناك تفسيرًا لهذه الهندسة غير المتوقّعة، وهي تفتح حقلًا جديدًا للأبحاث نحو فهم أفضل لما يدور في الدماغ.

بفضل هذه الأداة الجديدة، يأمل المختصون بالحصول على خارطة ديناميكيّة متكاملة لهذه الشبكة العصبيّة. الأمر ليس هيّنًا لأنّ ما يقارب ١٦٠ ألف كلم من الألياف تتزاحم في دماغنا. هذا الطول يعادل ٤ مرات محيط الأرض! يقضي الهدف باستبانة عيوب تشغيل الدماغ عند الأشخاص المصابين بالفصام، أو بالانطواء، أو بمرض ألزهايمر، وفي تلك الأثناء يتطلّع الباحثون إلى فهم كيف تظهر تلك الاضطرابات وبالتالي إيجاد طريقة لعلاجها. **E.G.**

(1) PIXELS: LA MACHINE À EXPLORER LE CERVEAU, Science & Vie Junior 297, PP 40-41



الروبوتات

كيف يحاولون إعادة ابتكار اليد؟[١]

اليد متعدّدة الوظائف وذكيّة، وهي الأداة الأكثر تعقيدًا في جسم الإنسان. إنَّها معضلة حقيقيّة من معضلات الميكانيكا الحيوية، إلى حدّ أنّ الروبوت الأكثر إتقانًا لا يمكنه أداء إلا بعض الوظائف البدائيّة التي تؤديها اليد. دعنا نطّلع على المنجزات في هذا المجال.

بقلم: فينسان نوريغا وغبريال سيميون[٢]



SHADOW ROBOT

٨ هذه اليد الآليّة ليست يدًا اصطناعيّة جامدة، بل هي روبوت حقيقيّ يُسيّر آليًّا، اسمه "اليد الرّشيقة شادو" Shadow Dexterous Hand، صمّمته الشّركة الإنجليزيّة شادو.

الوضع واضح على نطاق واسع: فالرّوبوتات موجودة في كلّ مكان. إنّها تغزو العالم، وتحلّ مكان البشر في أعمال تزداد دقّة وتفنّنًا، وهو ما يعطي الانطباع بأنّ الرّوبوتات تمسّ كلّ المجالات.

أحقًّا؟ لكن من يجمّع ويركّب هواتفنا الذّكيّة وغيرها من أجهزة الحاسوب المحمولة؟ ومن يؤمّن التّلحيم في سلسلة تركيب السّيّارات؟ ومن يطهّر طريحي الفرش؟ ومن يجازف بنفسه في الزّوايا الخطرة من المحطّات النّوويّة؟ إنّهما "يدان صغيرتان" من لحم وعظم.

والسّبب وجيه! إنّ التّحفة الجسديّة الّتي تتدلّى في طرف ذراعنا لا منافس لها في الوقت الحاليّ.

معصم، وكفّ، وخمسة أصابع، لا أداة أخرى غيرها قادرة على القيام بكلّ من: تركيب مصباح كهربائيّ، وغرز مسمار بوساطة مطرقة، وضرب كرة في لعبة كرة المضرب، ولأم شريان، وقطف حبّة كرز، وخربشة كتابات، ورمي قطعة نقديّة، وتحسّس الشّمّام، والتّعرّف -والعينان مغمضتان- على زرّ التّوقّف في منبّه الصّباح. باختصار: مسك جسم ما بثبات معيّن، والشّعور بقوامه وبكلّ نتوءاته، ثمّ معالجته بدقّة فائقة؛ ذلك هو التّحسّس.

يقول لوران فيغورو Laurent Vigouroux، المتخصّص في الميكانيكا الحيوية في معهد علوم الحركة (جامعة ←

الرّهانات

لقد صُنعت كلّ الأشياء الّتي نستعملها يوميًّا لتتناسب مع اليد البشريّة، ومن هنا جاءت أهمّيّة إيجاد معادل آليّ لهذه اليد، ذلك لأنّ استعمال الرّوبوتات الصّناعيّة في الوقت الحاليّ ينحصر في بعض الأعمال المحدّدة، نظرًا لعدم التّمكّن من صناعة الأفضل. إنّه عائق للشّركات الّتي تعبّر من الآن عن حاجتها لامتلاك خطوط إنتاج آليّة ومرنة، وقابلة لإعادة التّنظيم خلال ٢٤ ساعة. أمّا بالنّسبة إلى "الرّوبوتات المرافقة" الّتي تهدف إلى مساعدة المتقدّمين في السّنّ مستقبلًا، فقدرتها لا تتعدى سكب الماء في الكوب.

اليد البشرية أعجوبة ميكانيكية...



← إيكس مرسيليا Aix-Marseille في فرنسا)، بإعجاب: "من بين كلّ ما يتضمّنه العالم الأحيائيّ أو الماديّ، فيدُنا هي العضو الّذي يقوم بأكبر مجموعة ممكنة من الأشغال المختلفة، وهي تتميّز بالتّكيّف الأفضل، ومن ثمّ تقدّم اليد تناسقًا مثاليًّا بين الدّقّة والقوّة".

هناك تباين مذهل مع الرّوبوتات الصّناعيّة. يشرح فلوران لاميرو Florent Lamiraux، المختصّ في الحركة الرّوبوتيّة بمختبر تحليل الأنظمة وهندستها (LAAS) الكائن بتولوز (فرنسا) قائلًا: "يدا هذا الرّوبوت مُخَصّصتان في مهمّة واحدة محدّدة بدقّة، مثل رفع ١٦ زجاجة في وقت واحد، وتعمل يديه بطريقة متكرّرة، من دون عائق لمسارهما، ومن دون مفاجأة بالنّسبة إلى شكل وحجم القطع الّتي يتمّ تناولها".

هكذا نلاحظ ضعفًا مُعيقًا في نوع هذا الرّوبوت يعرّض مستقبله للخطر. يفصّل جان بيار غازو Jean-Pierre Gazeau، المهندس في الروبوتات بجامعة بواتييه Poitiers (فرنسا) الوضع قائلًا: "تلك الروبوتات لن تسمح بتحقيق حاجات الإنتاج المرن المستقبليّة، ولن تلبّي التّطلّعات الاجتماعيّة في مجال خدمات الأفراد، أو التّعاون مع البشر".

أمام هذه الوضعية تجندت منذ بضع سنوات كُبريات المختبرات، والهدف المنشود هو: العمل للوصول بصفة نهائيّة إلى صنع يد كاليد البشريّة، بتقليدها بكلّ ميزاتها، أو على الأقلّ باستكشاف سبل أخرى بديلة عنها. نَسْخُ اليد البشريّة.

البرنامج ضخم عندما نفكّر في الدّور الّذي يؤدّيه هذا العضو في حياة الإنسان. يقول زدرافكو رادمان Zdravko Radman من معهد الفلسفة في زغرب (كرواتيا)، وهو مؤلّف "اليد، عضو الفكر" (نشر MIT Press، ٢٠١٣): "كلّ شيء يدفعنا للتّفكير في أنّ اليدين هما اللّذان جعلانا ما نحن عليه اليوم: الأيدي أعضاء تؤثّر في العالم بطريقة ناشطة وخلّاقة. لقد أعادت أعمالنا اليدويّة باستمرار تنظيم مساحتنا الفكريّة. وفي الكثير من النّشاطات الأدائيّة، تتحكّم الأيدي حتّى في زمام الأمور، فهي تمتلك براعةً خاصّةً، وذكاءً متميّزًا".

وبحسب فريديريك دانيون Frédéric Danion من معهد العلوم العصبيّة في التّيمون (Timone) بمدينة مرسيليا (فرنسا): "فإنّ اليد هي القسم من الجسد الأكثر تمثيلًا في دماغنا، نجد ذلك في القشرة الحسّيّة، وفي القشرة الحركيّة أيضًا، وهناك نحو نصف الخلايا العصبيّة مخصّصة لليد".

ويحتاجون أيضًا إلى خمسة أصابع!

اليد البشريّة، ليست كأي يد صناعية. يحدّد غيوم دافر Guillaume Daver، الأستاذ بمعهد "علم الحيوانات الرّاقية، وعلم المتحجّرات البشريّة" في بواتييه (فرنسا) قائلًا: "ميزاتها الفريدة من نوعها هي تلك الخاصّة بالقدرة على تجويف كفّ اليد، السّنع (مشط اليد)، والقدرة على جمع أنملة الإبهام بأنامل الأصابع الأربعة الأخرى". إنّها ميزات هندسيّة قويّة التّكيّف مع الإمساك والعمل بالأدوات.

يفصّل لوران فيغورو هذا الوضع بالقول: "على المستوى الميكانيكيّ، اليد هي العضو الأكثر تعقيدًا في الجسم البشريّ: تقدّم في مساحة صغيرة للغاية مقدار ٢٣ درجة من حريّة الحركة فيما تقدّم السّاق ٨ دراجات كحدّ أقصى. أضيفوا إلى ذلك تعقيدًا عضليًّا كبيرًا مع مفاصل تقودها أربع عضلات بدلًا من عضلة واحدة، ما يخوّلها التّكيّف مع كلّ أشكال الأجسام". إنّ نسخ اليد البشريّة تحدّ حقيقيّ بل هو مستحيل.

في هذا المسعى، ينبغي على صانعيّ الروبوتات التّفكير في كلّ التفاصيل بدءًا باحترام عدد الأصابع. يوضّح جان بيار

غـازو Jean-Pierre Gazeau الّـذي طـوّر اليـد "أبيليـس" Abilis قائـلًا: "تضطرّ يد مـن ثلاثة أصابع أن تضـع في كلّ مرّة الجسم الّـذي تحمله عند القيـام بعمليّة جديدة، فيما يخوّل الإصبع الرّابع دوران الجسـم المحمـول في كـفّ اليـد، ثـمّ إنّ الإصبع الخامس يثبّت الإمساك بقوّة كما نفعل عند الضّرب بالمطرقة".

إنّ زرع تلـك الأطـراف المفصليّـة ضـروريّ أيضًا، بحسـب ماكسيم شالون Maxime Chalon، صانـع الرّوبوتـات في وكالـة الفضـاء الألمانيّـة "د.ل.ر" DLR الّتـي تعمل على تطوير روبوت رائد فضاء مـزوّد بيديـن شبيهـة بالنّـوع البشـريّ: "ينبغـي مثلًا على الإبهام أن يتمكّن من

التّحدّي الحقيقيّ هو تحويل اليدين الآليّتين إلى... يدين ذكيّتين

الابتعـاد والاصطفـاف في نفس مستوى الأصابع الأخرى لدفع قطعة أثاث مثلًا".

زُوِّدت التّركيبـة بنحـو عشريـن محـرّكًا، ومفصـلًا، ووترًا معدنيًّـا. إنّها معضلـة حقيقيّـة: "نبحـث عـن أوتـار اصطناعيّة قادرة على المقاومة ميكانيكيًّا عند إجـراء أيّ عمليّة باليـد، وينبغي أن نجـد أيضًـا التّوافـق الجيّد بـين المهارة والجهـد (القـوّة) المطلـوب، فالجهـد يقتضـي محرّكات أضخـم، وهذا يتطلّب التّخلّص من بعضهـا بسبب ضيق المكان ممّا يفقدنا دقّة في الحركة".

والملاحـظ أنّ المناقشـات حـول هذا الموضوع لـدى مجتمع الباحثـين النّاشئ تكـون أحيانًـا مريرة: هل علينـا أن نضع أجهـزة الاستشعار العاملـة باللّمس على الكفّ أو علـى أطـراف الأصابـع؟ علمًا بـأنّ ذلـك يستدعـي حسابـات مسارات صعبة للغاية، لأنّ اليديـن الآليّتين هاتين عليهمـا أن تظهـرا نوعًـا مـن الـذّكاء،

وفي هـذا السّيـاق يعترف نيكـولا مانسار Nicolas Mansart "المختـص في الـذّكاء الاصطناعـيّ بمختـبر تحليـل الأنظمـة وهندستهـا" (السّابق الذّكر) قائلًا: "في هـذه الحالة، نحن مجبرون على حساب كلّ شـيء، ونمذجـة كلّ الحـالات: نحـن نفتقد لطريقة سهلة قـادرة على معالجة الحالات كلّها".

مـا نتيجة هذا الجهد كلّـه؟ نُسَخٌ من هـذه الآلات باهتـة نسبيًّـا. تبـدو بعض النّماذج جيّدة بالنّسبة إلى مسك أجسام مختلفـة باليـد، بينمـا أظهـرت نمـاذج أخرى جودة بالنّسبة إلـى دقّـة الحركـة اليدويّة.

وهكـذا، فـإنّ الالـتقـاط أو المسك ميـزةُ اليـد الّتـي صنعتهـا شركـة شـادو بحسـب مـا يذكّرنـا به خوان كوراليـس رامون Juan Corrales Ramon المنتسـب لمعهد الأنظمة الذّكيّـة والروبـوتـات بباريـس (فرنسـا): "إنّها قادرة علـى إنجاز أنواع الالتقاط الـ ٣٣ الممارسـة في الأشغـال البشريّـة الأساسيّـة"، مـن ضمنهـا استعمال قلم الحبر، والبراغـي، والمقصّ، والعيدان، ويستـدرك الباحـث مشيـرًا إلى مشكلـة جـادّة قائـلًا: "يصعـب علـى هـذه اليد استرجـاع الجسـم الّذي تمسكـه عندما يبدأ بالانزلاق من بين أصابعها".

ذلـك أنّ السّـؤال يتمثّـل أيضًـا في معرفـة أيّ نـوع مـن القـوّة نمارسها لمنع جسـم مـن الإفلات، وهـذا مـن دون أن يتأثـر، وفيمـا يخـصّ المعالجـة الدّقيقة باليـد، يقـول جان بيـار غـازو: "روبوتنا قـادر على لولبة مصبـاح كهربائيّ". كما تحمّس ماكسيـم شالون، العامـل بوكالة الفضـاء الألمانيّـة، أيضًـا لآلتـه: "أظنّ أنّ روبوتنـا يمكنـه أن ينافس ببراعة يد رائـد الفضاء المنغمسة في قفّازه السّميك الضّاغط". لكنّه أضاف مستدركًا "علينا أن ننتظـر عشريـن أو ثلاثـين سنة ←

...لا تزال الروبوتات تكافح لمضاهاتها



IMAGE SOURCE/CORBIS - SHADOW ROBOT

← قبـل التّوصّل إلى نتائـج قويّة. على المدى القصير، ليس ثمّة تبرير اقتصاديّ للأبحاث على اليد المجسّمة".

فضول مختبرات

هذه اليد الرّوبوتيّة هشة وغير مرنة، وأحيانًا خادعـة، وغالبًا ما تكون خرقاء، فلا يزال الصّناعيّـون يعدّون أنّها تندرج في باب فضول مختبـرات البحث لا غير. وفي هـذا السّياق يرى جان بيار غازو أنّه: "لهذا السّبب انطلق علماء الرّوبوتات في البحث عـن حلّ وسـط بين اليـد البالغة التّعقيـد وبين أبسـط الكمّاشات، حتّى لو تطلّب الأمر تقليد -أو تجاوز- القليل من ميزات اليد البشريّة.

يمكـن أيضًـا تصـوّر طـرق أخـرى لالتقـاط ومسـك الأجسـام بشـكل أقـلّ شموليّة، مع التّركيز على إمكانيّة التّعامل يدويًـا مـع نحو عشـرة أجسـام مختلفة. ومن ثمّ يتمّ الاتّجاه نحو خطوط صناعيّة مرنة، تنتقل من منتَج إلى آخر بين عشيّة وضحاها.

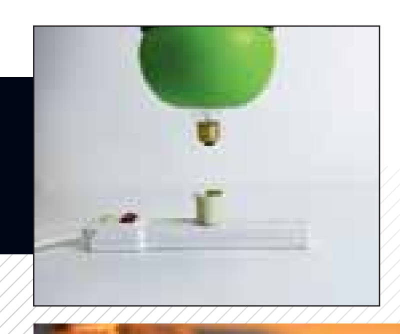
نريد صناعة معصم وكفّ يد وخمسة أصابـع! في الزّمـن الّـذي ضاعـف فيـه الـذّكاء الاصطناعيّ المفاجـآت اللّامعة، نشعـر بالاطمئنـان، إذ إنّ اليـد البشريّة لا تزال غير مهزومـة. في الحقيقة، نحن نشعـر أحيانًـا بالاستمتاع عنـد مشاهدة تلـك الرّوبوتات غـير البارعة في الأعمال اليدويّـة تتعـثّر أمـام بعـض الأعمـال الصّبيانيّة. يبقى أن نعرف كم من الوقت ستصمد ميـزة اليد البشريّـة الّتي تمثّل إحدى آخر الميزات "الخاصّة بالإنسان". ◘

يراهن المهندسون على الأيدي الآليّة المختصّة



الأكثر إحساسًا

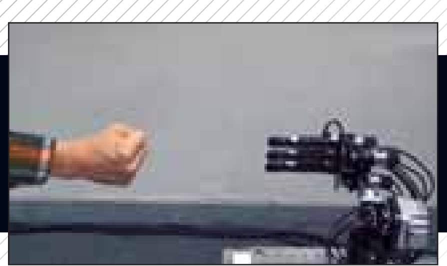
اللّاقـط "بايوتـاك" BioTac مـن صنـع "سـينتاتـش" Syntouch: هـو إصبع سيليكـونيّ بحجم السُّلامى، يحدّد ملمس جسم وحرارته بدقّة تفوق قدرات الإصبع البشـريّ. يقـول أحـد مهندسـي مؤسّسة شـادو: "إنّـه إصبـع يميّـز بـين المعـدن المصقـول والزّجـاج، وهـو أمـر مستحيل للإنسان". ويصفه دافيد غروفس David Groves المنتسب لشركـة "سينتاتش" قائلًا: "تعزّز بصماته الأنموليّة حساسيّته تجاه الاهتزازات، وتحسّن بشرته الطّريّة التّعامـل باللّمس. لقد بـدأ استعماله في الأبحـاث وفي المجال الطّبّـيّ للتّعرّف إلى نوع الملمس وتحديد المساحات".

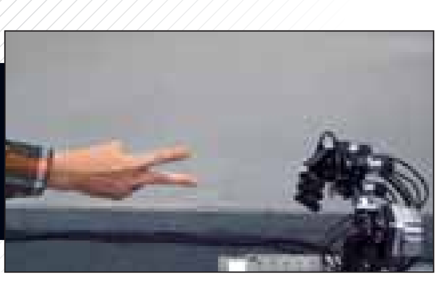




الأكثر دقّة

"البييزوغريبر" PiezoGripper من صنع الشّركة الفرنسيّة "بيرسيبيو روبوتيكس" Percipio Robotics: هـي كمّاشـة مركبـة على ذراع آليّ، قادرة على التقاط أجسام يبلـغ سمكها ٠,٠٠٥ ملـم (حجم كرة دم حمـراء) بدقّـة تبلـغ ٠,٠٠١ ملـم. إنّها نتيجـة عشر سنوات من الأبحاث في معهد "فيمتـو- سـت" Femto-ST في الفرانش - كومتـي Franche-Comté (فرنسـا). تتألّـف هـذه الآلـة مـن "إصبعـين" مـن الفخّـار الكهروضغطـيّ، يتغـير شكلهمـا عندمـا يخضعـان لحقـل كهربائـيّ، وتستعمـل الكمّاشـة لجمـع العناصـر المجهريّـة في الإلكترونيـات وفي صناعـة السّاعـات، وكذا في التعامل مع أحفوريّات الطّحالب المجهريّة.











الأكثر مرونة

إنّها مليئة بالحبيبات وبالهواء: "فيرسابول" Versaball (أعلاه) من صنع شركة "إمباير روبوتيكس" Empire Robotics (الولايات المتحدة الأمريكية) قادرة على التقاط أجسام معقّدة خلال ٠,٥ ثانية (تزن حتّى ٩ كجم) عندما نفرغها من هوائها. يكفي أن نملأها مجدّدًا بالهواء لتتخلّص منه. لقد استوحاها المصمّمون من الأخطبوط، وحُسِّن المِجسّ المرن المصنوع في هارفارد بالولايات المتحدة الأمريكية (إلى اليسار) لتناول الأجسام الهشّة. تنتفخ دوراتها الهوائيّة الثّلاث بصورة مستقلّة ليتسنّى الالتفاف حول الأجسام. كما تستطيع هذه الآلة ضخّ السّوائل أو تثبيت كاميرا في الأماكن الضّيّقة.

٥ سم



الأسرع

تنفتح الأصابع الثّلاثة "الألترافاست هاند" Ultrafast Hand المصنّعة في مختبر "إشيكاوا واتانابي" Ishikawa Watanabe (جامعة طوكيو في اليابان) بسرعة تفوق ٥ مرّات سرعة أصابعنا، وتلتقط كرة طائرة في بضع عشرات ميلي ثانيّة بفضل محرّكات غير مزوّدة بفحمة التّماس، وكاميرا تصوّر ألف صورة/ثانية. وفي لعبة "الحجر-الورقة-المقصّ" تتعرّف إلى الشّكل الّذي يظهر في اللّعبة، وتحصل على الشّكل الفائز خلال ٢٠ ميلي ثانيّة. إنّها آلة لا تُهزَم.



الأقوى

تتجاوز قوّة التقاط يد "ريغماستر" RigMaster المصنوعة في المؤسّسة البريطانيّة "شيلينغ روبوتيكس" Schilling Robotics خمس مرّات قوّة اليد البشريّة. وهي قادرة على حمل ثقل يزن ٢٧٠ كجم بين أصابعها الأربعة الثّابتة. كما تتمتّع بمقاومة خارقة ضدّ الصّدمات بحسب المؤسّسة، وتحت الماء، فهي تتحمّل ضغطًا يعادل ٦٥٠ بارًا.



(1) ROBOTS: COMMENT ILS TENTENT DE RÉINVENTER LA MAIN, Science & Vie 1161, PP 104-109
(2) Vincent Nouyrigat et Gabriel Siméon

كوكب "كيبلر ١٨٦اف" Kepler 186f

توأم لِكوكب الأرض[1]

كوكب الأرض ليس فريدًا من نوعه على الإطلاق، وعلماء الفيزياء الفلكيّة يعرفون ذلك منذ وقت طويل، وأخيرًا، كُشِف أمرُ أحد الكواكب الشبيهة به، وهو من الكواكب الأولى خارج مجموعتنا الشمسيّة!

بقلم: ماتيلد فونتيز[2]

أعلن ستيف هاول Steve Howell، عالم الفلك في وكالة الفضاء الأمريكية "ناسا": "إنّه أوّل أبناء عمومة كوكب الأرض". أمّا إيميلين بولمون Emeline Bolmont، وهي فيزيائيّة فلكيّة من جامعة بوردو (فرنسا)، فاستنتجت قائلة: "يكاد يكون توأمها". ويقول جيفري مارسي Geoffrey Marcy، الاختصاصي في الكواكب خارج المجموعة الشمسية، بجامعة كاليفورنيا، في بيركلي Berkeley (الولايات المتحدة الأمريكية) حاسمًا: "إنّه على كلّ حال الكوكب الواقع خارج المجموعة الشمسيّة الأكثر قابليّة للسكن على الإطلاق الذي تمت مشاهدته. إنّه اكتشاف تاريخيّ: الكوكب الأوّل بحجم الأرض الذي عثر عليه في المنطقة القابلة للسكن حول شمسها".

اكتشف علماء الفلك ما يقارب ألفي كوكب خارج مجموعتنا الشمسية، وهم يقدّرون أنّ من بينها مئات الكواكب الصغيرة بحجم يبيّن أنّها صخرية. كما توجد عشرات الكواكب الأخرى تدور على مسافة مناسبة من شمسها، تلك المسافة التي تسمح لها بالاحتواء على الماء السائل، واليوم اكتشف هؤلاء العلماء كوكبًا من تلك الكواكب يفي بهذين الشرطين، اللّذين من دونهما لا يمكننا أن نتخيّل نمو الحياة.

انتشر الخبر الذي أعلنته مجلة العلوم Science في ١٧ أبريل عبر العالم كانتشار النار في الهشيم، وقد تم عزل إشارة "كيبلر ١٨٦ف" Kepler 186f الدقيقة -وهو اسم هذا الكوكب- من مجموعة معطيات المنظار الفلكي كيبلر Kepler، الذي دقق -بحثًا عن كواكب خارج المجموعة الشمسيّة- في ١٥٠ ألف نجم خلال الفترة ٢٠٠٩ -٢٠١٣.

يتميّز كوكب كيبلر ١٨٦ف بنصف قطر يقدر بنحو ٧٠٠٠ كلم، أي ١,١ مرّة نصف قطر الأرض. يقول جيفري مارسي متحمّسًا: "بما أنّ الحسابات ليست دقيقة فيمكن اعتبار أنّ لهما الحجم نفسه".

في المنطقة القابلة للسكن

يدور هذا الكوكب على مسافة تفوق الـ ٥٠ مليون كلم بقليل من شمسه، أي تقريبًا مدار عطارد في النظام الشمسي، وهذا يعني إذن بأنّه أقرب بكثير من الأرض. لكن بما أنّ شمس نظام ←

تسلسل الأحداث

١٩٩٥: اكتشف ديدييه كيلوز Didier Queloz وميشال مايور Michel Mayor الكوكب الأوّل خارج المجموعة الشمسيّة، وهو "٥١ بيغاسي ب" 51 Pegasi b.

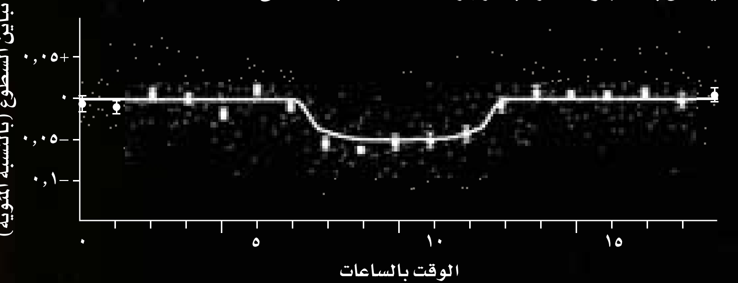
٢٠٠٩: اكتشف المنظار الفلكي "كوروت" Corot الكوكب الصخري الأوّل خارج المجموعة الشمسية، وهو "كوروت ٧ب" Corot 7b.

٢٠١٤: اكتشف المنظار الفلكي كيبلر Kepler الكوكب الصخري الأول خارج المجموعة الشمسيّة في المنطقة القابلة للسكن، وهو كيبلر "١٨٦ ف" Kepler 186f.

٧ هذا الرسم الفني الذي تم إعداده لفائدة وكالة ناسا يبيّن كوكب كيبلر ١٨٦ف، وفي الخلفية تظهر شمسه والكواكب الأخرى التي تدور حولها.

الدليل بالقياسات

انخفاض سطوع النجم يثبت أنّ هناك كوكبًا يمرّ بانتظام أمامه. إنّ شدّة ووتيرة هذه التغيرات تبرهن على أنّ حجم هذا الكوكب يعادل حجم الأرض (قد يزيد أو ينقص بـ ١٠٪) وأنّ الكوكب موجود في منطقة قابلة للسكن في ذلك النظام.



T.PYLE/JPL-CALTECH/NASA - M.KONTENTE

← "كيبلر ١٨٦ف" هي أضعف من شمسنا، فلا بدّ من أنّ الحرارة على تلك المسافة ألطف. تقول إليزا كوينتانا Elisa Quintana التي أشرفت على الدراسة في وكالة ناسا واصفةً شمس الكوكب: "إنه قزم أحمر. يبلغ حجمه نصف كتلة الشمس، ومن ثمّ فهو يشعّ أقل منه بكثير، ومن ثمّ فالمنطقة القابلة للسكن في ذلك النظام، التي قد نجد فيها الماء سائلًا، هي أقرب من شمسه، والملاحظ أن كوكب كيبلر ١٨٦ف يتوسّط تلك المنطقة!".

النماذج، وخاصة بفضل أمثلة أخرى من الكواكب خارج المجموعة الشمسيّة التي قيست كثافتها، نعرف أنّ الكوكب من خارج المجموعة الشمسيّة يكون صخريًّا إن كان نصف قطره أقلّ بمرة ونصف من نصف قطر الأرض، ومن ثمّ فنحن مقتنعون بأنّ سطح كيبلر ١٨٦ف صلب".

أمّا فيما يتعلّق بمعرفة ما إن كان الكوكب يحوي ماء سائلًا، فهناك شكوك أكثر في ذلك، والواقع أنّه إذا كانت النجوم الصغيرة تبعث ما يكفي

حتى الكواكب غير المستقرة قد تكون قابلة للسكن

إنّ الأنظمة الأكثر غرابة قد تكون مهيأة للحياة، فقد أدرك علماء الفيزياء الفلكيّة -بعد نمذجة كواكب ذات مدارات بالغة الانحناء- أنّها قد تتسم بمناخ معتدل. يوضح جون أرمسترونغ John Armstrong الذي أشرف على هذه الدراسة في جامعة ويبر Weber (الولايات المتحدة الأمريكية) الأمر: "توصف تلك الكواكب بغير المضيافة لأنّها تهتزّ باستمرار. إلّا أنّ الاهتزازات تمنع الجليد من التراكم بتوزيع أشعّة الشمس على الكوكب" وهكذا، فإنّ كواكبًا ذات مدار منحن قد تحتوي ماءً سائلًا، حتى لو كانت تدور خارج المنطقة القابلة للسكن، والملاحظ أنّ علماء الفيزياء الفلكيّة شرعوا في التدقيق في مئات أنظمة الكواكب الخارجة عن المجموعة الشمسيّة التي شاهدتها المناظير الفلكية بحثًا فيها عن الكواكب التي يمكن إعادة تصنيفها "بقابلة للسكن".

وهكذا فالموقع مناسب، والحجم مناسب. يبقى أن نعرف ما إذا كان كوكب كيبلر ١٨٦ف يتميّز بما تَعد به المؤشرات الفلكية: كوكب صخري تغطّيه المحيطات. كوكب صخري؟ إنّ إليزا كوينتانا ومساعديها متأكّدون من ذلك، وهو تأكّد ليس بنسبة ١٠٠٪ لأنّ عليهم معرفة كثافة الكوكب. إلّا أنّ اكتشاف كيبلر ١٨٦ف تمّ من خلال طريقة "العبور" (راجع الرسم البياني ص. ٤٣): بالتقاط انخفاض سطوع نجمه الخافت عندما يمرّ الكوكب بقربه، تمكّن المنظار الفلكي من قياس نصف قطره وليس كثافته. يشرح ستيف هاول Steve Howell، الذي شارك في هذه الدراسة، قائلًا: "ورغم ذلك، وبفضل

من الضوء، شأنها شأن شمسنا، لتقدّم لكواكبها حرارة معتدلة فإنّ تلك الأنظمة لها ميزاتها وخصوصيّاتها. لمّا كانت المنطقة القابلة للسكن قريبة من الوسط فإنّ الكواكب التي تدور في فلكها تخضع بقوة أكبر لجاذبية شمسها، ومن ثمّ قد تصبح تلك الكواكب تدور حول نفسها فتُظْهِر دائمًا الوجه نفسه لشمسها.

يمكن لهذه الوضعيّة في بعض الحالات أن تمنع الماء من البقاء سائلًا. تشرح إيميلين بولمون الوضع قائلة: "تلك الكواكب المسمّاة "متزامنة"، قد تتسم بمناخ لطيف إن أحاط بها غلاف جوي كثيف يعيد توزيع الحرارة، لكن بخلاف ذلك، قد يتشكّل ما نسمّيه بفخ بارد: يجمع الوجه الآخر للكوكب الماء كلّه ويخزنه على شكل جليد".

بعيدًا عنّا كل البعد

بطلب من وكالة ناسا، قامت إيميلين بولمون بنمذجة ديناميكيّة النظام لتقييم دوران هذا الكوكب، وقد جاء تشخيصها ... غير حاسم: "ربّما يدور بسرعة أكبر حول نفسه... أو ربما يكون دورانه أبطأ ويكون مشدودًا إلى نجمه. الاحتمالان معقولان".

هناك نماذج ثلاثيّة الأبعاد أكثر دقة -إضافة إلى تقييم لعمر النجم- قد ترجح الإحتمالين. هل يتعلّق الأمر بأبناء عمومة أو بتوأم أو بشبه توأم؟ علماء الفلك متّفقون في كلّ الأحوال على الاحتفال بتلك اللحظة: لقد وجدوا الكوكب الأوّل من خارج المجموعة الشمسية المنتسب لعائلة كوكبنا الأزرق.

ربّما لن نعرف أبدًا إن كان هذا الكوكب مأهولًا. إنّه يبعد عن الأرض بمسافة ٥٠٠ سنة ضوئيّة! وهي مسافة بعيدة للغاية من شأنها أن تمنع المناظير الفلكيّة الحاليّة من دراسة مكونات الغلاف الجوي للكوكب، فحتى خليفة هابل Hubble القوي، وهو "مقراب جيمس ويب الفضائي" JWST، لن يشاهد بدءًا من العام ٢٠١٨ إلّا الكواكب التي لا تبعد عنه سوى بعشرات السنوات الضوئيّة كحد أقصى.

ليس هناك شكّ في وجود كوكب من هذا القبيل، بل إنّ علماء الفلك اقتنعوا خلال السنوات الأخيرة بأنّ الكواكب القابلة للسكن في مجرّتنا تعدّ بالمليارات، لكننا الآن تجاوزنا هذه المرحلة (راجع مجلة العلوم والتقنية للفتيان العدد التاسع ص. ٢٤). لقد أصبح مفهوم الكواكب خارج المجموعة الشمسيّة الذي تخيّلناه مرّات عديدة حقيقة: مفهوم كرة صغيرة تائهة في قلب كوكبة نجوم الدجاجة التابعة لمجرّة درب التبانة: إنّه "كيبلر ١٨٦ ف".

للاستزادة

لمشاهدة فيديو الإعلان عن اكتشاف مهمة كيبلر، ولقراءة المقال العلمي، الرابط المباشر على

science-et-vie.com

(1) KEPLER 186F: LA TERRE A UNE JUMELLE, Science & Vie 1161, PP 64-66
(2) Mathilde Fontez


KACST
channel



اختفاء طائرة الخطوط الجويّة الماليزيّة «البوينغ ٧٧٧»

كيف، يا تُرى، نفقد أثر طائرة رحلات؟[1]

في عالمَ سنة ٢٠١٤ المفرط بالاتصالات، يبدو مـن المستحيلات فقدان أثـر طائرة ضخمة وعلى متنها مئات الركاب.

تحمـل طائرة بوينغ ٧٧٧ (انظر الصورة على اليسار) على متنهـا جهازيّ: "متلقي-مستجيب" علـى الأقل، وثلاثة أجهـزة لاسلكيّة ذات تردّدات عاليـة جـدًّا VHF (مداهـا قصيـر)، وجهازين لاسلكيّين عاليي التردّد HF (مداهما طويل). كما أنّ هنــاك اتصالًا بالأقمــار الاصطناعية، إضافة إلى هواتـف الـركاب النقّالـة، إلّا أنّ برونو سالغ Bruno Salgues، مديـر دراسات في معهد البحث "مـين تيليكـوم" Mines-Télécom (فرنسا)

تذكير بالوقائع

في ٨ مارس ٢٠١٤، اختفت طائرة بوينغ ٧٧٧ تابعة للخطوط الجوية الماليزية، المبرمجة في رحلة بين كوالالمبور وبكين عن شاشات الرادار بعد ساعة ونصف من إقلاعها. وأعلنت الشركة في ٢٤ مارس ٢٠١٤ تأكيدها فقدان الرحلة MH370 ومقتل ركابها البالغ عددهم ٢٣٩ راكبًا. وحتى لحظة كتابتنا هذه السطور، لم يتم العثور رسميًا على أي قطعة من الطائرة.

يقـول موضحًا: "إنّ قـوة بثهـا الضعيفة (حوالي ٠,١ واط) تمنعهـا مـن الوصـول إلى محطّـات تحويل محتملة تقع على مسافة ١٠ كلم فوقها".

هـل النقل الجوي خال من العيوب؟ ينبغي أن نعـرف أنّ طائرات الرحـلات التجاريّة لا تستفيد في كلّ أنحـاء الأرض من متابعـة مستمرة في كل نقـاط الكـرة الأرضيـة. فبالإضافـة إلى احتمال وقـوع خطـأ غـير متعمّـد في المتابعـة، يرجع هذا النقص في الاقتفاء إلى أسبـاب تقنيّة وماليّة في الوقت نفسه.

وهكـذا نـدرك أنّ تغطيـة الـرادار في المجال الجـوي العالمـي بالغة التجزئـة: الطرقـات التي تشهد حركة سير كثيفة هي الوحيدة المزوّدة بهذا التجهيـز الباهظ التكلفة والخاص بإدارة حركة السير.

تؤكّـد فابريس إتارد Fabrice Etard، المنتسبة لمركـز مراقبة الملاحـة الجويّـة في أتيس-مونس Athis-Mons قائلة: "فـوق فرنسا، هناك تغطية راداريـة كليّـة، حتـى إن كانت الجبـال تشـكّل أحيانًـا عوائـق، وفي حـال تعطّل جهـاز المتلقي-المستجيـب أو قُطع كما حصـل في رحلة الخطوط الجويّـة الماليزيّـة، تُعـدّ الطائـرة علـى شاشاتنا في وضع خطيـر (برتقالي) فنتصـل بالرادارات العسكريّـة". والـرادارات العسكرية قـادرة على استبانـة صدى كتلة طائرة، لكن من دون التعرّف إليهـا.

مـن ناحيـة أخـرى، وبحسـب أوليفييه جيج Olivier Giuge، وهـو مراقـب جـوي: "لا نجـد إطلاقًـا رادارات مدنيّـة في المناطـق القاحلـة (أستراليـا، شمـال كندا، الأمـازون...) وخاصّة في المحيطات".

إنّ مـدى الرادارات الخاصّـة بحركة السير، المُنصّبة كلها على اليابسة، يقتصر على ٥٠٠كلم.

النتيجـة: خـلال رحلـة عاديـة بـين باريـس ونيويـورك، تحلق الطائـرة في منطقة "خالية من الرادارات" طـوال ثلاث ساعـات في مسار مدّته ثمـاني ساعات. يقـول أنطوان غوديـيه Antoine Godier، قائـد طائـرة في الخطـوط الجويّـة الفرنسيّـة: "علينـا أن نتصـل بالمراقـب كلّ ١٠ درجات مـن خـط الطـول (تقريبًـا كلّ ساعة)، للإبـلاغ عـن وجودنـا". الملاحـظ في الرحلة MH370 أنّ قائـد الطائـرة التابعـة للخطـوط الماليزية لم يلتزم -عمدًا- بتلك الشروط.

يسـود بين مراحـل الإبـلاغ الضروريّة صمت طويل على اللاسلكي، وهذا الصمت قد يدوم وقتًا

المتلقي - المستجيب

يرسـل هـذا الجهـاز إشـارة إلى هوائيات الرادارات الأرضية محددًا رمز تعريف الطائرة -وهو MH370 بالنسبـة لرحلـة ٨ مارس ٢٠١٤- وكذا علوها.

٥ تقنيات إنذار وتنبيه تتميز بها هذه الطائرة



جهاز البث «أ.د.س-ب» ADS-B

يبث هذا الجهاز مرتين في الثانية موقع الطائرة بحسب نظام التموضع الشامل للطائرات المحلقة في القطاع نفسه ولبعض المحطات المخصصة على الأرض.

جهاز لاسلكي

يخول اللاسلكي قائدا الطائرة التكلم مع المراقبين. بواسطة اتصال قصير المدى VHF عند التحليق فوق المناطق المأهولة والاتصالات اللاسلكية HF طويلة المدى فوق المحيط.

نظام «أكارس» ACARS

هذا الجهاز يتصل مباشرة بمركز الشركة الرئيس من خلال اللاسلكي أو الأقمار الاصطناعية، يرسل هذا النظام تقارير تقنية حول عمل الطائرة.

شاخص إذاعي للاستغاثة

ينطلق عند التحطم، ويبث موقع الحطام باتجاه الأقمار الاصطناعية. ويرسل إشارة على تردد الاستغاثة (١٢١,٥ ميجاهيرتز) يسمعها قادة الطائرة المحلقين فوق المنطقة.

أطول في أقصى الشمال عندما توقف العواصف المغناطيسية الأرضيّة ترددات اللاسلكي العالية HF، فيما لا تصل إشارات الأقمار الاصطناعيّة المتزامنة مع الأرض تلك الارتفاعات العالية.

مسألة تكلفة

إنّ هذا الصمت اللاسلكي لا يفيد في الغالب بأنّ الطائرة مقطوعة عن العالم: لأنّ نظام الإبلاغ والتواصل في الطائرات المسمّى "أكارس" Acars (انظر الصورة أعلاه) يرسل بواسطة اللاسلكي أو الأقمار الاصطناعيّة معلومات تقنية إلى الأرض، لتوقّع بعض أعمال الصيانة اللاحقة. لكن الملاحَظ من الناحية العمليّة، وبحسب نيكولا لاريو Nicolas Larrieu، وهو باحث في المدرسة الوطنيّة للطيران المدني (فرنسا)، أنّ "تلك التبادلات متقطعة للغاية ومحدودة نظرًا لتكلفة الاتصالات بواسطة الأقمار الاصطناعية". وهذا ما يؤكده جان فرانسوا لاكويز -Jean François Lacuise، مهندس مختص في المحركات (في شركة "سنيكما" Snecma): "تختار شركات عدة الاقتصار على إرسال خصوصيات المحرك، مرة عند الإقلاع ومرة أثناء بلوغ سرعة الطيران القصوى. والهدف من هذا الجهاز ليس سلامة الرحلات لكن صيانة الطائرات".

في الواقع، تلك الإشارات النادرة ليست متاحة للمراقبين الجويّين ولا تتضمّن -دائمًا- موقع الطائرة وفق نظام التموضع العالمي، إنّها اختيارية.

لا يراجع المحقّقون تلك المعلومات الشحيحة إلا بعد وقوع حادث، وهم يستفيدون أيضًا من الرسائل الاختبارية التي يرسلها نظام "أكارس" إلى الأقمار الاصطناعيّة.

فمنذ تحطّم الرحلة المبرمجة بين ريو دي جانيرو وباريس -تلك الطائرة من طراز الإرباص التابعة للخطوط الجويّة الفرنسيّة التي اختفت في الأول من يونيو ٢٠٠٩- تمت دراسة مشروعات مراقبة كاملة للطائرات. بحسب نيكولا لاريو Nicolas Larrieu "يمكن تخيّل حلول عديدة تقنيًّا، مثل استعمال الطائرات المجاورة لنقل معطيات تدريجيًّا".

إلّا أنّه ليس هناك أحد مستعدّ لتحمّل تلك التكلفة، في الوقت الذي تتحسّن فيه سلامة الطيران باستمرار: بحسب "شبكة سلامة الطيران" Aviation Safety Network، لم يتسبّب النقل الجوي إلّا في ٢٦٥ حالة وفاة عبر العالم في العام ٢٠١٣، خلال ٢٩ حادثًا -من بينها ٤ طائرات تجاريّة- علمًا بأنّ عدد الرحلات الجويّة السنويّة قد بلغ ٣١ مليون رحلة.

خلاصة القول: حتى لو فقدنا أثر طائرات بعض الرحلات من وقت لآخر فإنّ أغلبيتها تجري دون خطر يذكر.

V.N.

BOEING

(1) DISPARITION DU BOEING 777 DE MALAYSIA AIRLINES: MAIS COMMENT PEUT-ON PERDRE LA TRACE D'UN AVION DE LIGNE?, Science & Vie 1160, PP 48-49

ثورة الطائرات بدون طيّار [١]

الجيش لا يستغني عنها، لكن الطائرات من دون طيّار بدأت تستلم زمام الأمور في الحياة المدنيّة. تقنية، وتكلفة، واستعمالات... يجذب هذا النوع الجديد من المركبات الطائرة أكثر فأكثر الأفراد بقدر ما يجذب المحترفين، وهذه ليست سوى البداية! بالنظر إلى معدلات مبيعاتها، ندرك أنّ الطائرات من دون طيّار ستغزو السماء قريبًا، غير أن لا شيء جاهز الآن لاستقبالها...

بقلم: بيار إيف بوكي و ليز غوجيس [٢]

كم يبلغ عددها؟ مليونًا؟ مليونين؟ عشرة ملايين؟ لا أحد يعرف! مع أنّ الطائرات من دون طيّار بيننا. تُباع النماذج البسيطة منها بمئات الآلاف. قسم كبير للغاية منها لا يظهر علنًا. يجمع المحترفون والهواة الذين يجدون في الأسواق التقنيات الضرورية، أسطولًا فعليًّا منها.

يثير هؤلاء الروّاد في الوقت الحالي -شأنهم شأن أول مالكي الهواتف النقّالة- الفضول وحتى ابتسامات الإعجاب، وقد حصل الأمر نفسه عندما ظهرت الهواتف النقالة الأولى، ونعرف ماهيّة الوضع اليوم. تثير الثورات التقنيّة في البداية الشك قبل أن تنجح في رهانها وتسجّل تحوّلًا عميقًا في المجتمعات.

إنّ الطائرات من دون طيّار، ليست أدوات ميكانيكية بسيطة على الإطلاق، وقد بدأت تنتشر بكثافة كبيرة محدثة حراكًا جادًّا يتعاظم يومًا بعد يوم، فهذه الروبوتات بدأت تغزو السماء.

اليوم -وفي كلّ أنحاء العالم- تقلع آلات طائرة وتحلّل الارتفاع والسرعة والوجهة وسرعة الرياح، جامعة بين آليّة الطائرات الدقيقة وردود فعل طيّار بارع. هل هي مفاجأة؟ الأمر ليس كذلك. يتزوّد العسكريّون بمجموعة متزايدة من "الأجهزة من دون طيّار على متنها" المعقدة والمكلفة، زُوِّد بعضها بالأسلحة (اقرأ الإطار "طائرات من دون طيّار مدنيّة وعسكريّة: عالمان منفصلان" ص. ٥١) والجديد هو أنّ ←



N. BARATY - B. BOURGEOIS

الميزات التقنية الخمس للطائرات من دون طيّار

١- أجهزة استشعار متقدّمة

بفضل التقدّم في تصغير المكوّنات الإلكترونيّة ونضج المايكروكهروميكانيكية (MEM)، تحمل اللّوحة الأمّ في مساحة لا تتعدّى عشرات السنتمترات المربعة كلّ العناصر الضروريّة للطيران: مقياس ارتفاع الضغط الجوي، مقياس التسارع، بوصلة ثلاثية المحاور، نظام إدارة الدوارات.

٢- الطيران الآلي

تستعمل الطائرات من دون طيّار قناتين للموجات الراديويّة: إحداهما لقيادة الجهاز (٢,٤ جيجاهرتز)، والأخرى لنقل المعطيات نحو الأرض (٥,٨ جيجاهرتز). بفضل وحدة معالجتها المركزيّة وجهاز تموضعها الشامل، يمكنها أن تتبع –بصفة تلقائيّة– مسار طيران مبرمج مسبقًا وتتبادل المعلومات في الوقت المناسب.

٣- هيكل ومراوح فائقة الخفّة

يخوّل التقدّم الذي تم التوصل إليه في عالم الطيران ضمن الأبحاث حول المواد المخفّفة (ألومينيوم للهيكل، أو النايلون المدعم بألياف الكربون للمراوح) تخفيف وزن الطائرة لتتمكّن من حمل أثقال ضروريّة لمهمّتها. وهكذا، يمكن تكليف الطائرة من دون طيّار بمهمّات مختلفة (رصد، مراقبة، قياسات...) وهو ما يميّزها عن الطائرات التي يصنعها المصمّمون من البلسا والمستعملة للتسلية.

B. BOURGEOIS - M. KONTENTE

← التقنيات الضروريّة للطيران وصلت إلى درجة من النضوج تجعل هذه الآلات متاحة تقريبًا للجميع، وهذا التعميم على الجميع هو الخطوة الأولى لنجاح مؤكّد.

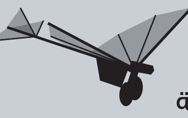
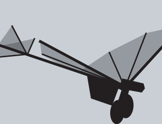
أمّا مفتاح النجاح الآخر فيعتمد على الأداء التقني في حدّ ذاته: محركّات فعّالة ومندمجة، وبطاريّات قويّة للغاية وعالية الكثافة، ومواد مركّبة خفيفة جدًّا، وأجهزة استقبال صغيرة للغاية ودقيقة، ووحدات معالجة مركزيّة سريعة وقليلة الاستهلاك (الوحدات نفسها المستعملة في الهواتف الذكيّة).

لا شكّ أنّ الطائرات من دون طيّار جاهزة للطيران، فبحسب التحليل السنوي لهيئة الأنظمة الدوليّة للمركبات من دون طيّار Unmanned Vehicle Systems International، يحلق في العالم ما لا يقل عن ١٧٠٨ نماذج من الطائرات من دون طيّار، على ارتفاع بضعة أمتار عن الأرض أو على ارتفاع عدة كيلومترات، وهذا لبضع دقائق أو لعدّة أيام (انظر ص. ٥٢) وتنجز تلك الطائرات من دون طيّار عددًا مذهلًا من المهمّات.

يحدث كلّ ذلك بلبلة في الأجواء. كيف نعود وننظّم أجواء يغزوها هذا السرب الجديد من الطائرات؟ كيف نتحكّم في استعمالات مؤذية (المساس بالحياة الشخصيّة للفرد، تجسّس، إرهاب)؟

بدأ الخبراء في الطيران، والصانعون والقانونيون إلى جانب مستعملي الطائرات من دون طيّار المحترفين والهواة في تقديم أجوبة عن تلك الأسئلة (انظر ص. ٥٦). لم يتّفقوا سوى على نقطة واحدة: التكلفة، التقنيات، الاستعمالات... لقد انطلقت مسيرة ثورة الطائرات من دون طيّار.

نماذج مختلفة بحسب الاستعمال

طائرة من دون طيار مصغرة مرفرفة الأجنحة

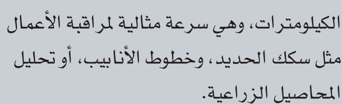
يمنحها كل من آليتها وحجمها استقلالية وسرية استثنائيتين. تستعمل للمراقبة أو لالتقاط الصور في المناطق الحضرية أو الضيقة.



طائرة من دون طيار مزودة بمروحيات

هذا النوع من الطائرات من دون طيار - المروحية تتميز برشاقة كبيرة.
تتولى مهمات مختلفة: مراقبة المباني أو الجسور، التقاط الصور، نشر الأسمدة...

الطائرة من دون طيار بجناحين



تسمح لها سرعتها (من ٥٠ إلى ١٠٠كلم/ساعة) بالطيران لعشرات الكيلومترات، وهي سرعة مثالية لمراقبة الأعمال مثل سكك الحديد، وخطوط الأنابيب، أو تحليل المحاصيل الزراعية.

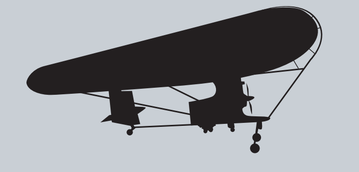
الطائرة من دون طيار بالمظلة



ثقيلة، محركها الحراري المتميز باستقلالية كبيرة، مفيدة في النقل، وفي مكافحة التلوّث...

الطائرة من دون طيار المنطاد

تصل إلى ارتفاعات تُقدَّر بمئات الأمتار وتتميز باستقلالية كبيرة. ونشاطها هو القياسات العلمية والتقاط الصور وعرض الإعلانات.



٤- استهلاك أدنى

إنّ تحسين فعاليّة المحرّكات الكهربائيّة (بفضل المحرّكات غير التقليدية) ومضاعفتها (حتى وصلت إلى ٨ لكلّ جهاز) وإطالة عمر بطاريّات الليثيوم - بوليمير يمنح الطائرات من دون طيّار القدرة على تحمل نقل بضعة كيلوجرامات من الحمولة المفيدة، كما يمكن لنموذجها العادي أن يظلّ في الجوّ ما بين ربع ساعة ونصف ساعة بحسب حمولتها.



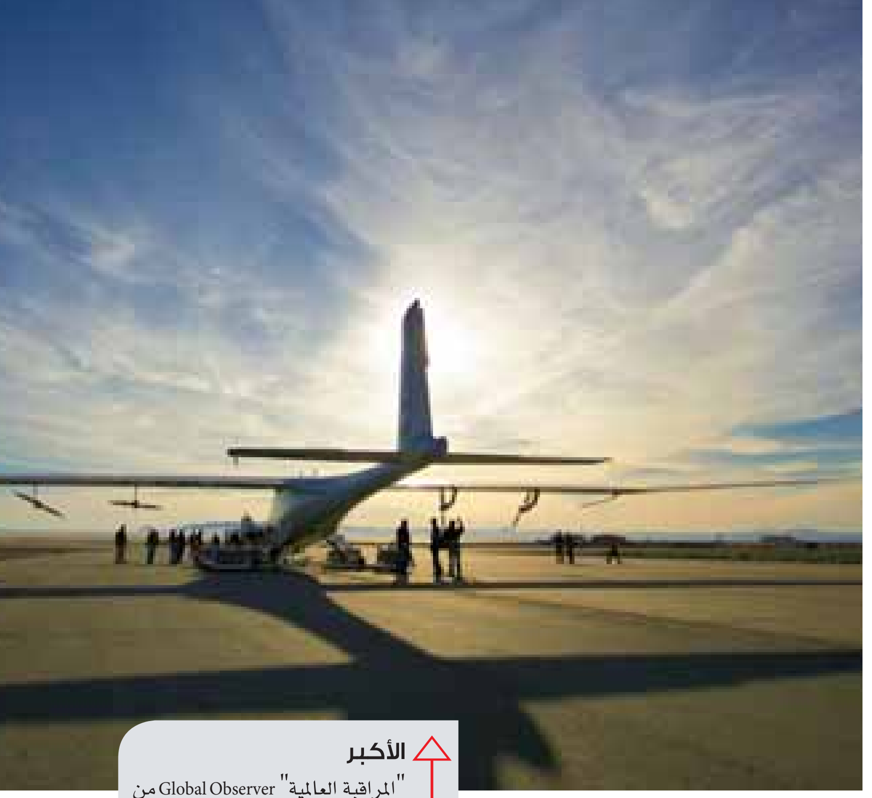
٥- معدّات قابلة للتعديل

تحمل أنظمة تثبيت الحمولة المفيدة كاميرات رقميّة عالية الجودة تنتج مشاهد جويّة من نوعيّة ممتازة، كما تحمل أجهزة استشعار، وطرودًا بريديّة.

طائرات من دون طيّار مدنيّة وعسكريّة: عالمان منفصلان

كانت ولادة الطائرات من دون طيّار عسكرية - فرنسية. بتاريخ ٢ يوليو ١٩١٧، في قاعدة أفورد (Avord)، الكائنة في منطقة شير Cher، تم اختبار "المركبة الأولى من دون طيّار على متنها". أصبحت الطائرة من دون طيّار العسكرية محور النزاعات، علمًا بأنّها لا تشبه الطائرات المدنيّة من دون طيّار، فهذه الأخيرة غالبًا ما تكون مروحيّة متعدّدة الدوارات مجهّزة بكاميرا خفيفة للغاية ورخيصة الثمن، أمّا الطائرات العسكريّة من دون طيّار فهي مدجّجة بالرادارات أو مجهّزة بصواريخ، لكن الفارق الأساسي يكمن في مكان آخر: تستعمل الطائرات العسكريّة من دون طيّار تقنيات طيران متقدّمة، موثوقة وآمنة، ومن تلك التقنيات هناك التكرارات البرامجيّة -لمواجهة الأعطال- واتصالات الراديو المشفّرة لتجنّب القرصنة، وهذا ما لا نجده في الوقت الحالي -على الأقل- في الطائرات من دون طيّار المدنيّة.

النماذج الستة البارزة



الأكثر مبيعًا

الطائرة الصغيرة من دون طيّار "أر درون" AR Drone من صنع "بارو" Parrot (فرنسا) بيعت منها أكثر من ٧٠٠ ألف طائرة في العالم. إنّها خفيفة للغاية وغير معقدة، تطير بسرعة ٢٠ كلم/ساعة ولمدة ١٢ دقيقة. النماذج كلّها مجهّزة بكاميرا عالية الدقّة. موطن القوة: ثمنها، أقل من ٣٠٠ يورو (ما يعادل ١٥٠٠ ريال سعودي تقريبًا).

الاسم: أر درون "بارو" (AR Drone "Parrot")
طول الجناح: ٥٢ سم
الوزن: ٤٢٠ جرامًا
السرعة: ٢٠ كلم/ساعة
الاستقلاليّة: ١٢ دقيقة



الأكبر

"المراقبة العالمية" Global Observer من صنع "أروفيرونمانت" Aerovironment الكنديّة: طول جناحها يعادل طول جناح طائرة بوينغ ٧٦٧ (مقابل ٤,٥ طن). إنّها إحدى الطائرات المدنيّة من دون طيّار الأكبر في العالم. صُمِّمت لتطير على ارتفاع يتراوح بين ١٣ و١٧ كلم لمدة ٥ أيام. تستعمل كمحطّة اتصال متنقلة، وكمركز قياس مناخي أو مراقبة ساحليّة.

الاسم: المراقبة العالمية "أروفيرونمانت" (Global Observer "Aerovironment")
طول الجناح: ٥٣,٣ متر
الوزن: ٤,٥ طن
السرعة: ٤٢,٥ كلم/ساعة
الاستقلاليّة: ٥ أيام



الاسم: زيفير ٧ "إرباص" (Zephyr 7 "Airbus")
طول الجناح: ٢٢,٥ متر
الوزن: ٥٣ كلجم
السرعة: غير مبلغة
الاستقلاليّة: ١٤ يومًا

الأكثر تحمّلاً

تسجّل "الزيفير" Zephyr الرقم القياسي في التحمّل. "زيفير" طائرة من دون طيّار تعمل بالطاقة الشمسيّة، طوّرتها في البداية المؤسّسة البريطانيّة المختصة في الطيران كينيتيك (Qinetiq). في يوليو ٢٠١٠، قامت برحلة جويّة بلا انقطاع دامت ٣٣٦ ساعة و٢٢ دقيقة (١٤ يومًا) ووصلت إلى ذروة ارتفاع تجاوزت فيه الـ٢١ كيلومترًا. في النهار، تشحن الألواح الشمسيّة التي تغطّي الجناحين بطاريات "الليثيوم - الكبريت" فتغذّي بدورها المحرّكات خلال الليل.



الأسرع

الطائرة المدنيّة من دون طيّار "دا ٤٢ أوبال" DA42 Opale للصانع النمساوي دياموند هي الأسرع. بفضل محركّها الديزل، تعادل سرعتها سرعة الطائرات السياحيّة، وهذا منطقيّ لأنّها طائرة سياحيّة أيضًا: إنّها متفرّعة عن الطائرة ذات الأربعة مقاعد "دا ٤٢ م.ب.ب." DA42 MPP (الصورة). تقاد يدويًّا أو عن بعد من الأرض، وهي مزوّدة بكاميرا مثبتة مصمّمة لمراقبة الحدود الأرضيّة أو البحريّة ومراقبة الزروعات.

الاسم: دا ٤٢ أوبال "دياموند" (DA42 Opale "Diamond")

طول الجناح: ١٣,٤ متر

الوزن: ١,٢ طن

السرعة: ٣٥١ كلم/ساعة

الاستقلاليّة: ٦ ساعات





الناقلة الأكبر

الـ "ب-٧٩١" P-791 من "لوكهيد مارتن" Lockheed Martin: نموذج طائرة أخفّ من الهواء صنعت في البداية للعسكريّين واتجهت بعد ذلك لتكون ناقلة بضائع مدنيّة. بفضل مزج التأثيرات المنطاديّة (قوّة رفع الهليوم، غاز أخف وزنًا من الهواء) والديناميكا الهوائيّة (قوّة الرفع الناتج عن السرعة) فإنّها قادرة على استيعاب حمولة قياسيّة من ٢٠ طنًا.

الاسم: ب-٧٩١ "P-791" (لوكهيد مارتن)

طول الجناح: أقل من ٦٠ مترًا

الوزن: حتى ٢٠ طنًا (مع الشحن)

السرعة: غير مبلغة

الاستقلاليّة: عدّة ساعات



الاسم: روبوبي "RoboBee" (جامعة هارفارد)

طول الجناح: ٣ سم

الوزن: ٨٠ ملجرام

السرعة: غير مبلغة

الاستقلاليّة: غير مبلغة

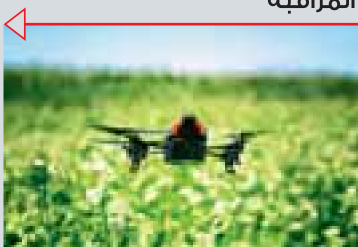
الأصغر

"الروبوت النحلة" أو "الروبوبي" RoboBee اُقتبست فكرته من النحلة، فهو يرفرف بجناحيه ١٢٠ مرّة في الثانية بفضل محرّكات كهروضغطيّة تنقبض تحت تأثير التيار الكهربائي. في المرحلة التالية: سيتم تطوير بطاريّات لتخليصها من السلك المغذي. إنّها أشبه بـ "الديلفلاي إكسبلورير" DelFly Explorer المصمّمة في جامعة التقنيات بديلفت (هولندا)، والتي تعد الطائرة الأصغر الذاتيّة الحركة ومن دون طيّار: طول الجناح ٢٠ سم مقابل ٢٠ جرامًا من الوزن، وتتضمّن بطاريّة من الليثيوم — بوليمير وكاميرا.

P. KOVARILL/AFP - AIRBUS DEFENCE&SPACE - GLOBAL OBSERVER - HARVARD WYSS INSTITUTE - LOCKHEED MARTIN - DIAMOND AIRCRAFT

كلّ ما تنجزه الطائرات من دون طيّار

المراقبة



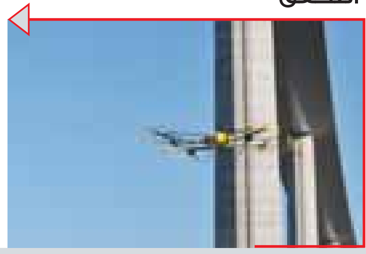
المحاصيل: في ديسمبر ٢٠١٣، اشترت مجموعة "برنار ماغريز" Bernard Magrez لزراعة الكروم طائرة من دون طيّار لتقيس حالة الكرمة الصحيّة لعصير العنب في منطقة مدينة بوردو الفرنسيّة.

الحدود: منذ سبتمبر ٢٠١٠، تستعمل وزارة الأمن الداخلي الأمريكية طائرات من دون طيّار تقوم بدوريات على طول الحدود مع المكسيك وتلاحق عمليّات التهريب والمهاجرين غير الشرعيين.

المناطق الحسّاسة: أعلنت الشركة الوطنيّة للسكك الحديديّة الفرنسيّة (SNCF) في نهاية العام ٢٠١٣ عن نيّتها استعمال طائرات من دون طيّار لمراقبة شبكتها ضد سرقة الكابلات، وهي ظاهرة في تزايد وتؤثر في حركة المرور.

حرائق الغابات: في نهاية العام ٢٠١٣، تجهَّزت

التحقق



الأعمال الفنية (جسور، جسور مرتفعة، سدود...): في نهاية العام ٢٠١١، التقطت الطوّافة رباعيّة المراوح من صنع شركة "ديادس" Diadès ٣ آلاف صورة للدعامات السبعة لجسر "ميو" Millau، بحثًا عبر مساحته البالغة ٨٤ ألف متر مربع عن تشققات محتملة وغيرها من العيوب في الخرسانة.

المواقع الأثريّة: في العام ٢٠١١، استعمل علماء الجغرافيا من جامعة غاند (Gand) ببلجيكا طائرة من دون طيّار لتجري مسحًا جويًّا ثلاثيّ الأبعاد لموقع حفريّات أثري يعود إلى ما قبل ٢٣٠٠ إلى ٢٨٠٠ سنة في موقع منعزل من جبال ألتاي (Altai) على الحدود بين روسيا والصين ومنغوليا.

النقل

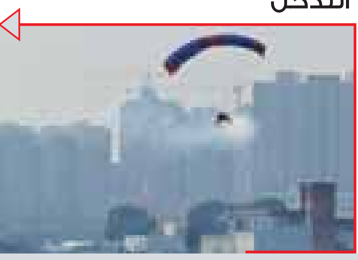


طرود: في نهاية ٢٠١٣، أعلن العملاق الأمريكي (أمازون) للبيع عبر شبكة الإنترنت عن مشروع تسليم طرود بوساطة طائرات من دون طيّار. يمكنها أن تنقل طرودًا تزن حتى ٢,٣ كجم (٨٦٪ من عمليات تسليم أمازون) في منطقة يبلغ قطرها ٣٢ كم.

أدوية: تنوي الشركة الناشئة الكاليفورنية "ماترنت" Matternet بالولايات المتحدة الأمريكية استعمال طائرات من دون طيّار لنقل الأدوية، والعيّنات ونتائج التحاليل في مناطق نائية من إفريقيا وآسيا. تُفكر الشركة في إنشاء شبكة من المحطات لاستبدال البطاريّات المستعملة.

الإسعافات الأوليّة: تخيّل المصمّم النمساوي ستيفان ريغيباور Stefan Riegebauer طائرة

التدخل

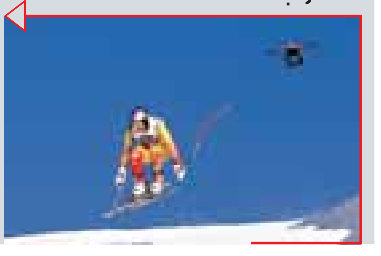


ضدّ التلوّث: تختبر الصين منذ مارس ٢٠١٤ طائرة من دون طيّار لتشتيت التلوّث الجوي (الضباب الدخاني) في بكين. المَركبة مجهّزة بشراع، وهي من تصميم الصانع الصيني "أفيك" AVIC، وتحمل ٧٠٠ كجم من مواد التشتيت التي تقضي على الملوّثات وتسقطها على الأرض.

ضدّ الجفاف: في بداية العام ٢٠١٤، اشترى معهد أبحاث الصحراء، وهو معهد أمريكي للأبحاث عن البيئة، طائرة من دون طيّار لتستمطر الغيوم بوساطة يوديد الفضة لزيادة تساقط الثلوج أو انهمار الأمطار في منطقة تاهو (Tahoe) القاحلة في نيفادا.

ضدّ الطيور: تستعمل مدينة أوتاوا في كندا منذ العام ٢٠١٣ طائرة من دون طيّار لتخويف الأوز

التناوب



الأحداث الجارية: خلال كأس العالم ٢٠١٢، وخلال الألعاب الأولمبية الشتويّة في سوتشي (روسيا)، استعملت طائرة من دون طيّار لتصوير بعض مسابقات التزلّج لتنقلها مباشرة على الهواء على شاشة عملاقة.

مواقع استثنائيّة: استعملت عدّة طائرات من دون طيّار لتصوير اللّوحة الجبسية من رسم مارك شاغال Marc Chagall على السقف الدائري في قاعة أوبرا غارنييه (Garnier)، في إطار برنامج وثائقي لنقله على قناة أرتي Arte في سبتمبر ٢٠١٤.

الاتصالات: في نهاية مارس ٢٠١٤، أعلنت فيسبوك عن مشروعها لاستعمال طائرات من دون طيّار تعمل بالطاقة الشمسيّة وتطير مدّة تتراوح بين عدة أسابيع وعدة أشهر على ارتفاع ٢٠ ألف متر

التشغيلي بطائرات من دون طيّار كندية "سيرينيتي" Serenity من صنع إنغ روبوتكس (ING Robotics) مجهّزة بكاميرات بصريّة وتعمل بالأشعّة تحت الحمراء للكشف عن حرائق الغابات ومسحها جويًّا.

الصيد غير المشروع: في يونيو ٢٠١٢، اختبرت المنظّمة غير الحكوميّة المسمّاة الصندوق العالمي للطبيعة، طائرات من دون طيّار لمكافحة صيد وحيد القرن غير المشروع في منتزهين وطنيين في النيبال.

حركة الملاحة البحريّة: في العام ٢٠١١، نجحت مروحيّة تابعة للمركز الفرنسي للبحث الجوي (أونيرا Onera) في اختبارها: متابعة -بطريقة مستقلّة- سفينة وهي مبحرة.

تحركات الحشود: في العام ٢٠١٣، تجهّزت شرطة دبي بطائرات من دون طيّار للكشف عن الجرائم في الملاعب، وهذا ما فعلته البرازيل أيضًا خلال كأس العالم.

الطقس: منذ العام ٢٠١٢، تتعقّب وكالة ناسا العواصف الاستوائيّة في المحيط الأطلسي بطائرتين من دون طيّار "الصقر العالمي" Global Hawk حُوِّلتا للاستخدام في بحوث الأرصاد الجويّة.

البُنى التحتيّة (الشبكات الكهربائيّة، السكك الحديديّة، خطوط الأنابيب...): في نهاية العام ٢٠١٣، عَقَد عملاق شبكة الكهرباء النمساوية "اي بي جي" APG اتفاقًا مع الألمانية "إيبوتيكس" Aibotix لتتحقق من خطوطها الكهربائيّة بوساطة طائرات من دون طيّار.

نقل البضائع: في العام ٢٠١٣، طلبت "أرسيلور ميتال" Arcelor Mittal طائرة بثماني مراوح للتحقّق من مداخن الأفران العالية في "فوسور مير" Fos-sur-Mer (بوش دي رون Bouches-du-Rhône، فرنسا)، المصنّفة في التصنيف الأوروبي المسمّى "سيفيسو" Seveso.

مدارج المطارات: في بداية العام ٢٠١٤، اشترى مطار جنيف، في سويسرا، طائرة من دون طيّار للتحقق من إشارات مدارجها.

المناطق الملوثة بالإشعاع: في نهاية العام ٢٠١٣، أعلنت الوكالة الدولية للطاقة الذرية (IAEA) تطوير طائرة من دون طيّار ستُكَلَّف -ابتداءً من العام ٢٠١٥- بقياس النشاط الإشعاعي في مناطق لا تزال حتى الآن متعذّر بلوغها في محطة فوكوشيما (اليابان).

"المساعدة الذكية" Smart Aid وهي من دون طيّار ومجهّزة بحقيبة إسعافات أوليّة للحالات الطارئة (تتضمّن جهاز الصدمات الكهربائيّة) متوفرة للجميع من خلال تطبيق في الهاتف الخلوي ينقل مكانَكم تلقائيًّا للطائرة.

البضائع: طوّر "لوكهيد مارتن" Lockheed Martin طائرة "ب-٧٩١" P-791، وهي نموذج تجريبي منفوخة بالهليوم -أخفّ من الهواء- مخصّصة لنقل البضائع، يمكنها أن تحمل حتى ٢٠ طنًّا من البضائع.

أقمار اصطناعيّة: صُمّم النموذج التجريبي "إيول" Eole لدى "أونيرا" Onera، وهو قيد التطوير، لإرسال أقمار اصطناعيّة نانويّة (وزنه من ١٠ إلى ٥٠ كجم) إلى مدار منخفض (على ارتفاع أقل من ٢٠٠٠ كم) والملاحظ أنّه قابل لإعادة الاستخدام، ويسمح بتخفيض التكلفة مقارنة بالصواريخ التقليديّة.

الذي يحتشد على ضفاف النهر وبالتالي تزايد فضلاتها التي تؤدّي إلى تكاثر بكتيريا الإشريكية القولونية (Escherichia coli) في المياه.

ضدّ الدبابير الآسيوية: الطائرة من دون طيّار "جوكر" Joker للصانع الفرنسي "فيزيون سكوب" VisionScope مزودة بعصا طويلة، تحقن مبيدًا مضادًّا للحشرات في أعشاش (غالبًا ما تكون عالية) تلك الدبابير قاتلة النحل.

ضدّ اللصوص: قدّمت شركة من تكساس (الولايات المتحدة الأمريكية) في بداية مارس ٢٠١٤ نموذجًا مجهّزًا بصعّاقة شحنتها ٨٠ ألف فولت لشل حركة اللصوص حتى وصول الشرطة.

ضدّ الطفيليات: في اليابان، تستعمل الطائرات المروحيّات من دون طيّار "رماكس" Rmax من صنع ياماها (Yamaha) لحمل حتى ٢٨ كجم من الأسمدة والمبيدات ونشرها في محيط قطره ٨٠٠ متر.

لتكون بمنزلة محطّة تحويل للاتصالات، وهذا من أجل الوصول بالإنترنت إلى مناطق منعزلة لا تغطّيها الأقمار الاصطناعيّة.

أوامر طيران لطائرات أخرى من دون طيّار: أثبت فريق باحثين من جامعة إيوتفوس لوراند (Eotvos Lorand) في مدينة بودابست (المجر) خلال شهر فبراير ٢٠١٤، أنّ تشكيلة من ١٠ طائرات رباعية المراوح قادرة على التحرك دون رقابة أرضيّة. يتم ذلك بفضل اتصال لاسلكي بالراديو فيما بينها لتبادل تعليمات طيرانها، وبفضل الامتثال إلى قواعد بسيطة.

P. STOLLARZ/AFP - F. CELIE/MAXPPP - PERROGON/ANDIA.FR - WANG THI.IMAGINECHINA - A. WUEJMANN/REUTERS



السماء لن تعود أبدًا كما كانت

هذا ما تقوله الأرقام: سيفوق عدد الطائرات من دون طيّار في السماء عدد طائرات النقل الجوي، ما يطرح أسئلة غير مسبوقة حول الأمن والتنظيم والمراقبة الجويّة. تحدّيات عديدة في الانتظار.

طنين غامض. خيال خفي ينزلق على طول الرصيف. ثم لا شيء. غابت الطائرة من دون طيّار عن الأنظار. حدث ذلك لأنّها طائرة من دون طيّار. لا وجود لآلة أخرى قادرة على التحليق بسريّة بهذا القدر على ارتفاع عشرات الأمتار.

ما الذي أتى بها إلى هذا الحي؟ تسلّم طردًا؟ أو تشترك في عمليّة أمنيّة؟ أو تقوم بمسح طوبوغرافي؟ أو تستكشف موقعًا لتصوير فيلم جديد؟

السوق في ازدهار منقطع النظير

من الصعب الإجابة عن تلك الأسئلة نظرًا لكثرة استعمالات هذه الروبوتات الطائرة، وستتكاثر إمكانيّات استعمالها مع الوقت طالما سيخترع المصمّمون، والمستعملون، والمحترفون والهواة المزيد منها، مستفيدين من التقدم التقني الذي بدأ على قدم وساق، ذلك لأنّ الطائرات من دون طيّار أصبحت في الريف، وفي المدينة، وعلى مقربة من النوافذ، وفي الفضاء، قادرة على نقل مختلف الأشياء وإنزالها، وتسجيل الصور والأصوات والبيانات ثم إعادة بثها. كلّ هذا يتم باستقلاليّة تتزايد يومًا بعد يوم، وبتكاليف في انخفاض مستمر، علمًا بأنّنا مازلنا رغم ذلك في بداية المشوار.

مع ذلك هناك عدد ضئيل من الناس شاهد طائرة من دون طيّار! لا يوجد إحصاء شامل لعدد هذا النوع من الطائرات تحت الخدمة، غير أنّنا نعرف أنّ ثمة ١٧٠٨ نماذج عسكريّة ومدنيّة من هذا القبيل كانت تحلّق عبر العالم خلال العام ٢٠١٣. إنه عدد ضئيل... هذا صحيح، لكن بين العامين ٢٠١١ و٢٠١٤، تضاعف عدد الطائرات من دون طيّار المخصّصة للأعمال المدنيّة، فيما شهدنا ركودًا في الأسطول العسكري، ونظرًا للنموّ الحالي في القطاع، يقدّر مكتب مجموعة "تايل" Tael Group المختصّ في هذا الشأن أنّه بعد ٨ سنوات ستنضم ٢٧٥٠٠ طائرة مدنيّة جديدة من دون طيّار إلى الأجواء، وهكذا نرى أنّ غزو السماء من قبل هذه الطائرات قد بدأ الآن.

يبدو أنّ هذا الغزو سيكون كثيفًا: تقدّر السلطات في الولايات المتحدة الأمريكية أنّ أكثر من ١٠ آلاف طائرة مدنيّة من دون طيّار ستتنقل في السماء قبل حلول العام ٢٠٢٠. سيفوق عددها عدد طائرات الرحلات العاديّة (٦٦٠٠ في العام ٢٠١٣)! وهذا من دون أن نحسب مجموعة آلات أكثر بساطة: الآلات الطائرة المخصّصة للمتعة التي يستعملها الأفراد في منازلهم للنزهة. لقد باع الصانع الفرنسي "بارو" Parrot وحده حتى الآن ٧٠٠ ألف نسخة في العالم من طائرته المؤلّفة من أربعة مراوح بأقل من ٣٠٠ يورو لطائرة "أر" AR من دون طيّار!

هل ستفرض الطائرات من دون طيّار نفسها على نطاق واسع كما فعلت الهواتف الذكية، وتصبح مألوفة إلى هذا الحد؟ ثمّة أمر واحد مؤكّد: تفتح الهواتف الذكيّة والطائرات من دون طيّار للأفراد والمحترفين احتمالات غير مسبوقة للتصرّف والاستعلام. إن كانت ثورة الهواتف الذكيّة قد صارت أمرًا مقضيًا فإنّ الثورة التي تعدنا بها الطائرات من دون طيّار تبدو أنّها ستكون بالمستوى نفسه.

لكن هذه الطائرات ستحوم في نطاق خاص: في الجوّ، وهو جوّ من بين الأكثر تنظيمًا، يتنقّل



ستيفان باشلي
STÉPHANE BACHELET
قائد طائرة في الخطوط الجويّة الفرنسيّة

حتى لو لم تكن الطائرة من دون طيّار مسلّحة، فهي في حد ذاتها سلاح. صمّمت محركات الطائرات السياحيّة لتقاوم حوادث الاصطدام بالطيور وليس بأجسام معدنية



DELPHIMAGES/FOTOLIA - B.BOURGEOIS

فيـه المحترفون في ظلّ قوانين الطيران الصارمة، علـى الأقل حتـى الآن، ذلك لأنّ بـروز الطائرات مـن دون طيّـار أدّى إلى انفتـاح الأجـواء أمـام مجموعـة واسعـة مـن العاملـين –المحترفـين أو الهـواة– يجهلون أحيانًا قوانينهـا، ولا يستطيعون أن يضمنـوا دائمًا بأن آلاتهم الطائرة ستحلق من دون أن تعكّر صفو الأجواء.

دليـل ذلـك: إنّ الطائـرات مـن دون طيّـار أصبحـت حديـث الإعـلام. حـالات اصطدام تم تجنبهـا بأعجوبـة مـع طائـرات أخـرى، سقوط علـى أفـراد، تحليق غير مسموح بـه فوق المناطق المأهولـة، بـل حتـى استعمـال لغايـات إرهابية. تكاثـرت الإشكالات والحـوادث (انظر ص. ٥٩) وهـذا يؤكّد أنّ الطائـرات من دون طيّـار ستعيد توزيع أدوار التحكّم في الأجواء.

مناطق محظورة الطيران

بدأ القضـاء يستعد لمواجهة تلـك التغييرات الأكـثر وضوحًـا: خطـر السقـوط وتعريض حياة آخريـن لـلأذى. لهـذا السبـب، سيمثـل قائـدا طائـرات مـن دون طيّـار قريبًـا أمـام المحاكـم – أحدهمـا لتصويـره الآثـار في نانسي Nancy (فرنسـا)، والثـاني لتصويـره أحيـاء ديفونس (Défense) بباريس والمكتبـة الوطنيّة الفرنسيّة، وهـي مناطـق عامّة من الممكـن أن يُصـاب فيها أحدهـم بـالأذى، وقـد يواجهـان حتـى سنة من السجن وغرامة يجـوز أن تصل إلى ٧٥ ألف يورو (ما يعادل ٣٧٥ ألف ريال سعودي).

مـن المعلوم أنّه يُمنع علـى الطائرات من دون طيّـار التحليق فوق المناطـق المأهولة بسبب خطر فقـدان السيطـرة عليهـا: التغيـيرات المناخيّـة، انقطـاع الاتصـال اللاسلكي، عطـل في المحرّك، عطل في البطاريّـة، خطأ في القيادة. الملاحظ أنّ الآلات الأكثر استعمالًا، كالتي استعملت في نانسي وفي باريس، يتراوح وزنها بـين ٢ و٥ كجم. يحذّر كريستـوف ماسي Christophe Masset، وهو قائد سريّـة ومرجع حـول الطائرات مـن دون طيّار في أمن النقل الجـوي (GTA) في فرنسا قائلًا: "في حال سقوط طائرة من دون طيّار تزن ٢ كجم من ارتفاع ٥٠ مترًا، فأقـل أضرارها سيكون صعقكم أو جرحكم بمراوحها".

لمواجهـة خطـر انقطـاع الاتصـال، تدرس المنظّمـة الدوليّـة للطـيران المدني احتمـال منح الطائـرات مـن دون طيّـار مجـالًا محـدّدًا مـن الـتردّدات، لكن ثمّة طـرق أخرى مستعملة: ←

⟵ بالمظلة، أجهزة عودة تلقائيّة إلى نقطة الانطلاق أو الهبوط الاضطراري في حال انقطاع الاتصال اللاسلكي، مع العلم أنّ تلك الأنظمة ليست إلزاميّة في الوقت الراهن.

لكن التشريع ليس متراخيًا على الإطلاق. في فرنسا، يضمّ قانون صدر في أبريل ٢٠١٢ أربعة سيناريوهات حول تحرّكات الطائرات من دون طيّار وفقًا لوزنها والارتفاع المسجّل ووجود الأشخاص على الأرض. يفرض القانون موافقة مسبقة في كلّ مهمّة ويحدّد مناطق محظورة (أماكن عامّة، مطارات، ممرّات جويّة...). وهذا إلى جانب المتطلبات المتعلّقة بمستعملي الطائرات التي يتم التحكم فيها عن بُعد، فيجب عليهم الحصول على تدريب نظري على الأقل، وبيان عن مستوى الكفاءة.

تقاسم صعب للسماء

تكمن المشكلة في أنّ كثيرًا ممن يملكون طائرة من دون طيّار -وقد أصبحت هديّة رائجة- يجهلون هذا القانون أو يسخرون منه، إلّا أنّ أمن النقل الجوي في فرنسا لا تضم سوى ١٠١٨ عنصرًا، ولم تفتح منذ تبنّي ذلك القانون سوى ٢١ تحقيقًا حول عدم احترام طائرات من دون طيّار لشروط السلامة، ويبدو هذا العدد قليلًا للغاية لأنّ أكثر من ٤٠٠ مؤسّسة تستعمل أكثر من ٢٠٠ نموذج من الطائرات من دون طيّار موافق عليها رسميًا في فرنسا.

في الحقيقة، لا يشكّل خطر السقوط الشغل الشاغل للسلطات الجويّة، بل إنّ تعايش الطائرات من دون طيّار مع غيرها من الطائرات هو الذي يحتل الصدارة.

بحسب قواعد الطيران المدني، فإنّ اندماج الطائرات من دون طيّار في الجو -من الناحية النظريّة على الأقل- مبنيّ على مبدأ الفصل بين المجالات الجويّة: على الطائرات والطائرات من دون طيّار أن تحلق في مناطق منفصلة، تسمّى "مناطق تمييز"، ولا ينبغي أن تلتقي مطلقًا. يختصر ماكسيم كوفان Maxime Coffin، رئيس مهمة الطيران الخفيفة في إدارة الطيران المدني العامة (DGAC) الفرنسي قائلًا: "لا يحقّ لنا أن نسير على طريق وبجوارنا سيارة يتم التحكم فيها عن بعد. وهذا ينطبق أيضًا على الجو".

إنّ هذا الواقع يتوافق مع واقع تقني: لا يتخطّى ارتفاع معظم الطائرات من دون طيّار بضعة مئات الأمتار فيما يتجاوز ارتفاع معظم الطائرات الأخرى الـ ١٠ آلاف متر، وهكذا يتركّز الخطر الأساسي حول المطارات، حيث تحظر نظريًّا في تلك المناطق الطائرات من دون طيّار.

مهما يكن من أمر فإنها مشكلة حقيقيّة. لقد تزايدت حالات الطائرات والمروحيّات التي اضطرت إلى تجنّب طائرات من دون طيّار في اللّحظات الأخيرة. في المستقبل -ومع انتشار الطائرات من دون طيّار- ستذهب "مناطق التمييز" في مهبّ الريح بسبب تكاثر عدد الطائرات التي سترتفع أكثر فأكثر في الأجواء لتؤدّي مهمّات تزداد تنوّعًا بمرور الأيام.

تعرف سلطات الطيران أنّ خيارها الوحيد سيكون تعايش كلّ أنواع الطائرات. تفكّر أوروبا والولايات المتحدة الأمريكيّة -في الواقع- في أجواء "دون تمييز" في القوانين التي تتوقّع سنّها خلال العامين ٢٠١٥ (أوروبا) و ٢٠١٦ (الولايات المتّحدة الأمريكيّة).

إنّه منعطف يثير قلق قادة الطائرات. يحذّر ستيفان باشلي Stéphane Bachelet (وهو قائد طائرة في الخطوط الجوية الفرنسية بمعدل ١٠ آلاف ساعة طيران) قائلًا: "نهاية فكرة «مناطق التمييز» أمر محتوم، لكن من الأساسي ألا تؤثر الطائرات من دون طيّار في مستوى سلامة المجال الجوي". إنّ كلّ طائرات نقل المسافرين مزوّدة بجهاز قائم على نظام "متلقّي - مستجيب" (transponder) يعرّف بها ويحدّد مكانها، وإلى جانب ذلك هناك نظام آخر مانع للتصادم المسمّى "نظام تجنّب التصادم الجوي" TCAS الذي يقترح -في حال الخطر- على قادة الطائرات مناورات تجنّب الاصطدام، وهذان

كريستوف ماسي
CHRISTOPHE MASSET

قائد سريّة ومرجع حول الطائرات من دون طيّار في أمن النقل الجوي GTA (فرنسا)

في حال سقوط طائرة من دون طيّار تزن ٢ كجم من ارتفاع ٥٠ مترًا، فأقل أضرارها سيكون صعقكم أو جرحكم بمراوحها

مكتب المحاسبة الحكومي الأمريكي
US GOVERNMENT ACCOUNTABILITY OFFICE

عن تقرير صدر في العام ٢٠١٢

لم يتم تطوير أيّ تقنية فعّالة لتأمين قدرة الطائرات من دون طيّار على استبانة طائرات أخرى أو تجنبها

النظامان لم تجهّز بهما -حتى الآن- الطائرات من دون طيّار. يقترح ستيفان باشلي قائلًا: "ينبغي تجهيزها بنظام معادل لنظام تجنّب التصادم الجوي".

لقد وصلت الرسالة إلى الصانعين: في نهاية العام ٢٠١٣، أعلنت شركة "جنرال إليكتريكس" الأمريكيّة التي تنتج الطائرات من دون طيّار العسكريّة "ريبر" Reaper و"بريداتور" Predator عن نجاحها في اختبار جهاز قائم على نظام "المتلقي - المستجيب" والرادار وعلى نظام إنذار. أمّا على المستوى الأوروبي، فينكبّ فريق عمل "ميداكاس" Midcas أيضًا منذ العام ٢٠٠٩ على تطوير جهاز ضدّ التصادم خاص بالطائرات من دون طيّار التي يفوق وزنها من ١٠٠ كجم. يوضح جيرار مارديني Gérard Mardiné، (المنتسب لمجموعة سافران Safran، والنائب لرئيس مجموعة توحيد القياسات الأوروبيّة لدمج الطائرات من دون طيّار) ميزات الجهاز قائلًا: "تم اختباره على طائرة، وهو نسخة مبسّطة من نظام تجنّب التصادم الجوي. لقد استبان بوضوح الطائرات المقتربة وحسب مناورات تجنبها".

مهما كانت هذه الخطوات الأولى إيجابيّة، فإنّ كثافة الطائرات من دون طيّار ستحول دون سلامة الطيران إلّا في حال تعاونَ الصانعون والعاملون لاستغلال نتائج تجاربهم. يُطلب من الشركات المصنّعة للطائرات وشركات الطيران التبليغ عن كلّ الحوادث مهما كانت بسيطة من أجل تطوير المعدّات والأنظمة بعد التحليل، وهذا المستوى من التفكير التلقائي لم يكتسبه -بعد- روّاد الطائرات من دون طيّار. ⟵

O.ANDERSEN/AFP - USAMA - DR - N.MOLLO/PHOTOMOBILE/SIPA - DR

سقوط، اصطدامات، إرهاب... بدأت الطائرات من دون طيّار تتسبب في أضرار



سبتمبر ٢٠١١: تم توقيف رضوان فردوس Rezwan Ferdaus، وهو طالب أمريكي، لمحاولته الاعتداء على البنتاغون والكابيتول بمساعدة طائرات من دون طيّار محمّلة بالمتفجرات. حكم عليه في العام ٢٠١٢.

١٩ يونيو ٢٠١٢: أظهر باحثون من جامعة تكساس أنّ بضع ثوانٍ تكفي للتحكّم بطائرة مدنيّة من دون طيّار عند قرصنة نظام توجيه تموضعها الشامل.

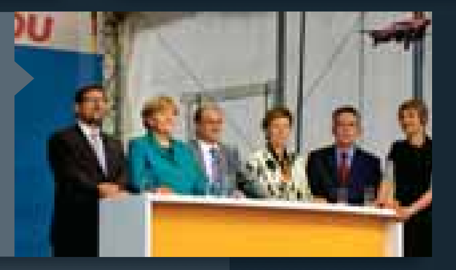
٤ مارس ٢٠١٣: لاحظ قائد طائرة تابعة للخطوط الجويّة الإيطاليّة وهو يقترب من مطار جون كينيدي الدولي في نيويورك، جسمًا غريبًا يشبه طائرة من دون طيّار، يطير على بعد ٦٠ مترًا من طائرته.

يونيو ٢٠١٣: فككت الشرطة الألمانيّة شبكة إرهابيّة تنوي استعمال طائرات من دون طيّار محملة بالمتفجرات ضدّ مبانٍ عامة.



٢٤ أغسطس ٢٠١٣: في بيترسبورغ Petersburg، بفيرجينيا (الولايات المتحدة الأمريكية)، سقطت طائرة من دون طيّار استعملها المنظّمون لتصوير مسابقات رعاة البقر، على المدرجات وأصابت بعض المتفرجين بجروح طفيفة. السبب: عطل في البطاريّة.

١١ سبتمبر ٢٠١٣: في احتفال اليوم الوطني في كاتالونيا، استخدمت طائرة من دون طيار لتصوير الحشود، لكنها سقطت على رأس طفلة مما أدى إلى إصابتها في الرأس إصابة طفيفة.

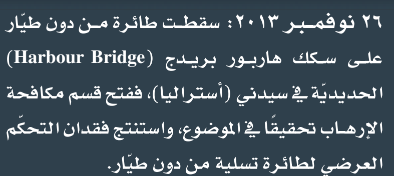


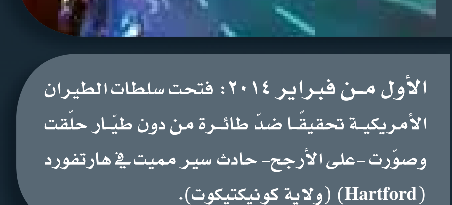
١٥ سبتمبر ٢٠١٣: خلال اجتماع في الهواء الطلق في دريزدي Dresde بألمانيا، وجدت المستشارة أنجيلا ميركل نفسها أمام طائرة من دون طيّار. عطّلها الأمن بعد بضع ثوان. نفذ العمليّة حزب معارض سعى إلى بعض الدعاية.

٦ نوفمبر ٢٠١٣: سقطت طائرة من دون طيّار على طرف مدرج في مطار مونبلييه Montpellier. السبب: فقدان التحكم في طائرة من دون طيّار غير معتمدة، استعملت بالقرب من المطار.

نوفمبر ٢٠١٣: تم توقيف ٤ أشخاص في مورغان (Morgan) (الولايات المتحدة الأمريكية) لمحاولتهم تسليم تبغ وهواتف في سجن كالهون Calhoun عبر طائرة من دون طيّار.

٢٦ نوفمبر ٢٠١٣: سقطت طائرة من دون طيّار على سكك هاربور بريدج (Harbour Bridge) الحديديّة في سيدني (أستراليا)، ففتح قسم مكافحة الإرهاب تحقيقًا في الموضوع، واستنتج فقدان التحكّم العرضي لطائرة تسلية من دون طيّار.







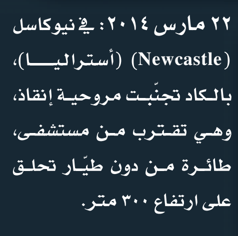
ديسمبر ٢٠١٣: خلال اختبارات في نيو مكسيكو، توصّل الجيش الأمريكي للمرّة الأولى إلى إسقاط طائرات من دون طيّار بوساطة ليزر قوته ١٠ كيلوواط من مركبة على الأرض.

الأول من فبراير ٢٠١٤: فتحت سلطات الطيران الأمريكية تحقيقًا ضدّ طائرة من دون طيّار حلّقت وصوّرت -على الأرجح- حادث سير مميت في هارتفورد (Hartford) (ولاية كونيكتيكوت).

٢ ديسمبر ٢٠١٣: كشف قرصان شاب يدعى سامي كامكار Samy Kamkar عن طريقته عبر شبكة الإنترنت لصنع طائرة من دون طيّار -بمبلغ ٤٠٠ دولار من المواد- قادرة على التحكم في طائرات من دون طيّار أخرى.



٥ فبراير ٢٠١٤: أزعجت طائرة من دون طيّار عمليّات إنقاذ بوساطة مروحيّة لبحّارة سفينة الشحن لونو (Luno) التي جنحت في أنغلي (Anglet) بقرب بايون (Bayonne) (فرنسا). أراد قائد الطائرة بيع لقطاته التصويريّة لوسائل الإعلام.



٢٢ مارس ٢٠١٤: في نيوكاسل (Newcastle) (أستراليا)، بالكاد تجنّبت مروحية إنقاذ، وهي تقترب من مستشفى، طائرة من دون طيّار تحلق على ارتفاع ٣٠٠ متر.

تأمين سلامة الأجواء: ٤ أجهزة حتى الآن

كيف نضمن في حال انقطاع الاتصال اللاسلكي مع مشغّل الطائرة، أو في حال حصول عطل أو تحكّم قراصنة في الطائرة من دون طيّار، ألا يتعرّض الأشخاص والتجهيزات على الأرض للخطر، وألا يؤثر ذلك في الطائرات الأخرى المحلّقة؟ يملك الصانعون والسلطات اليوم أربع وسائل لضمان التحكم في سماء تغزوها الروبوتات الطائرة.



< مراقبة المشغّلين
يتمتع أمن النقل الجوي بصلاحيّة اعتقال الهواة والمحترفين الذين لا يحترمون محيط الطيران الذي يفرضه القانون.

< تأمين أجهزة التحكم
يمكن تشفير الاتصال اللاسلكي مع الطائرة من دون طيّار لتجنب القرصنة أو التشويش الذي يجبرها على العودة إلى الأرض.

< تجنب الاصطدام
بدأ تجهيز الطائرات من دون طيّار بأجهزة مُسَيَّرة ذاتيًا مانعة للاصطدام.

← كلّ هذا يروق للإرهابيين

لم تتسلّم المنظّمة الدوليّة للطيران المدني حتى الآن أيّ تقرير عن حادث يضمّ طائرة من دون طيّار في الاستعمالات المدنية. ذلك هو الشأن أيضًا في فرنسا، إذ يقول ماكسيم كوفان Maxime Coffin المنتسب لإدارة الطيران المدني العامّة (فرنسا): "حتى اليوم، لم نتلقّ أيّ خبر عن حادث، لكن نظرًا لعدد المشغّلين للطائرات من دون طيار، فمن المؤكد أنّ بعض الحوادث قد وقعت، لكنهم يلتزمون الصمت حيالها خوفًا من العقوبات". إنّها ثغرة لا ينكرها إيمانويل دو ميتر Emmanuel de Maistre، رئيس الاتحاد المحترف للطائرات من دون طيّار المدنيّة، وهي الجمعيّة الفرنسيّة لتسويق هذا النوع من الطائرات: "وقعت حتى الآن حوادث بسيطة، لكن في حال سقطت طائرة يومًا ما على مدرسة أو على طريق مزدحم، فقد يؤدّي ذلك إلى إيقاف العمل في هذه المؤسّسة دون سابق إنذار".

هكذا ورغم النوايا الحسنة للمشغلين والمنظّمين فإنّ التعايش بين الطائرات من دون طيّار وغيرها من الأجهزة الأخرى ليس مستقرًا، بل إنّه يصبح محفوفًا بالمخاطر كلّما بدأ التفكير في إجراءات تجريميّة.

إنّ الطائرات من دون طيّار غير مكلفة، وسهلة القيادة، وخفيّة، ومصمّمة لنقل حمولة، وتتميّز بكلّ الصفات التي ترضي المهرّبين والإرهابيّين الراغبين في التحرّك تحت الرادارات. هكذا، وخلال بضع سنوات، وقعت عدّة سجون ضحيّة طائرات من دون طيّار استعملت لرمي طرود (تبغ، مخدرات، هواتف نقّالة...) للسجناء. والأخطر من ذلك: أحبطت مشروعات اعتداءات إرهابيّة بمساعدة طائرات من دون طيّار محمّلة بالمتفجّرات في سبتمبر ٢٠١١ ببوسطن (الولايات المتّحدة الأمريكيّة)، وفي يونيو ٢٠١٣ بألمانيا.

هل تمّ التفكير في وسائل حماية ضدّ هذا النوع من الاعتداءات؟ ماذا سيحصل في حال اقتربت طائرة من دون طيّار من محطّة نوويّة؟ يُطمْئِن رجال شركة الكهرباء الفرنسيّة بالقول: "الطيران ممنوع في محيط قطره ٥ كم وحتّى ارتفاع ألف متر. وفي حال حصول خرق لهذا القرار، يتدخّل السلاح الجوّي". لكن في مايو ٢٠١٢، تمكّن ناشط في منظمة السلام الأخضر (Greenpeace) من الهبوط بطائرة مظلّية مزوّدة بمحرّك في حرم محطة بوجي (Bugey) في الأين (Ain) (فرنسا) لإثبات الخلل في الجهاز.

ماذا يحصل في حال تم رصد طائرة من دون طيّار في محيط مطار؟ يشرح كريستوف ماسي من أمن النقل الجوّي (GTA) الوضع قائلًا: "نبدأ بإبلاغ برج المراقبة لتوقيف الطيران. وإذا ما بقي محرّك الطائرة مختفيًا، نلجأ كملاذ أخير إلى إسقاط الطائرة من دون طيّار بأسلحة ناريّة". إنّها قضيّة أشبه بلعبة الرماية ورهانها، وهو أمر ليس هيّنًا على الإطلاق: "في حال دخل جهاز يزن بضعة كيلوجرامات محرّك طائرة رحلات عاديّة تحلّق على ارتفاع منخفض، تواجه

دافيد ماسكاريناس
DAVID MASCARENAS
باحث في معهد الهندسة التابع لمختبر لوس ألاموس (Los Alamos) القومي (الولايات المتحدة الأمريكية)

يمكن قرصنة طائرة من دون طيّار لاستعادة المعطيات التي تحويها: معلومات أساسيّة لمؤسّسة ما أو استراتيجيات معتمدة لتأمين موقع حسّاس



7 إسقاط الطائرة من دون طيّار المشبوهة
يمكن إسقاط طائرة خطيرة بإطلاق النار عليها بوساطة سلاح أو أشعّة ليزر (هنا النظام المضّاد للطائرات من دون طيّار التابع للجيش الأمريكي).

الطائرة خطر تحطّم فعليّ، ذلك لأنّ المحرّكات صمّمت لمقاومة الاصطدام بالطيور وليس بأجسام معدنيّة".

التخوّف من التحويل والاختطاف

الأمر بالغ الخطورة خاصّة وأنّ الطائرات المدنيّة من دون طيّار عرضة للقرصنة. إنّ الوصلات اللاسلكيّة المستعملة للقيادة أو جهاز التموضع الشامل المستعمل للإرشاد بوساطة قمر اصطناعيّ ليست مجهّزة بأيّ حماية، بعكس الطائرات العسكريّة من دون طيّار التي تكون وصلاتها مشفرة.

إنّها نقطة ضعف سهلة الاستغلال، وهذا ما أوضحه في يونيو ٢٠١٢ فريق من مختبر الملاحة اللاسلكيّة في جامعة تكساس، فخلال بضع ثوانٍ فقط، نجح الباحثون بفضل جهاز إرسال على الأرض مثبّت على مسافة ٥٠٠ متر، في قرصنة إشارة جهاز التموضع الشامل والتحكّم في طائرة مراقبة من دون طيّار، وهي مروحية "هورنيت ميني" Hornet Mini يبلغ وزنها ٢,٧ كجم.

في ديسمبر ٢٠١٣، صنع قرصان شاب، يدعى سامي كامكار، طائرة من دون طيّار قادرة على التحكّم في غيرها من الطائرات من دون طيّار (طائرات من دون طيّار نوعها ←

GTA - DR - BOEING - S.GERARD/MAXPPP



الطائرات من دون طيّار تعقّد حماية الحياة الخاصّة

الأمين العام للجنة الوطنيّة للمعلوماتيّة والحريّات (الفرنسيّة) Cnil

مجلة العلم والحياة (Science & Vie): هل تُغيِّر الطائرات من دون طيّار قواعد حماية الحياة الخاصّة؟

إدوارد جيفري: من الضروري إعلام اللّجنة الوطنيّة للمعلوماتيّة والحريّات (Cnil) بأيّ معالجة للصور تتم خارج الإطار المحلّي، مثل: الدائرة التلفزيونيّة لحماية الممتلكات. تلك المساعي ليست ضروريّة إن اقتصر تصوير أطفالنا في حديقتنا. في حال كان المقصود استعمالًا أوسع، في الحي مثلًا، أو استعمالًا محترفًا، يُفترض تبليغ المديريّة العامّة للطيران المدني، وإذا خضع أحدهم للتجسّس على جار بوساطة طائرة من دون طيّار، فكأنّه يحمل آلة تصوير بسيطة أو كاميرا. هذا ممنوع ويمكنه اللجوء إلى المحكمة بتهمة خرق الحياة الخاصّة.

مجلة العلم والحياة (Science & Vie): ما الاستعمال الذي يمثل أكبر عدد من المشكلات؟

إدوارد جيفري: الطائرات من دون طيّار تكاد تخلو من المشكلات من هذا النوع. هذا هو الحال في الزراعة وفي صيانة الأبنية، لكن بما أنّها قد تستعمل لأهداف مراقبة، علينا أن نتساءل فعلًا عن حماية الحياة الخاصّة. القوانين السارية المفعول تنطبق بصعوبة على الطائرات من دون طيّار بفعل تحرّكها. يصعب -مثلًا- إعلام كلّ الأشخاص الذين قد تُؤخَذ صور لهم.

مجلة العلم والحياة (Science & Vie): كيف نحمي الحياة الخاصّة من اختراقات محتملة؟

إدوارد جيفري: في الواقع إنّه مبدأ حاسم: يمنع التعرّض للحياة الخاصّة. يدوَّن هذا المنع على بطاقات بسيطة ترافق الطائرات من دون طيّار التي تذكّر بمنع تصوير أيّ شخص دون سابق إنذار، ومن دون موافقته، كما لا ينبغي نشر تلك الصور. من الناحية التقنيّة، نعمل أيضًا مع الصانعين لإدخال حماية الحياة الخاصة منذ التصميم. يمكننا أن نتخيّل على المدى المتوسّط نظام تشويش آليّ للوجوه عندما يتعلّق الأمر بالطائرات من دون طيّار المجهزة بكاميرات، أو نتصوّر غطاء رقميًّا للنوافذ يحول دون أن تشاهد طائرة من دون طيّار مخصّصة للمراقبة ما يجري في المنازل.

← آر درون "AR.Drone" من صنع بارو "Parrot")، وأجبرها على اللحاق بجهازه كرهًا، وهو يحلّ مكان الرابط اللاسلكي الذي يصل الطائرة من دون طيّار بقائدها. يسوّغ الشاب ذلك بالقول: "أريد أن أنشر التوعية بين الناس حول الأخطار والضغط على الصانعين ليعززوا تدابير الأمان". من المستحيل أن نعرف إن كانت شركة "بارو" قد وعت الدروس: لم يرغب الصانع في التعقيب على الموضوع.

تطرح تلك العروض أسئلة جديدة في الوقت الذي أرسلت فيه طائرات من دون طيّار إلى مناطق حسّاسة للتحقّق من حالة المداخن في الأفران العالية، ومن المحطّات النوويّة، والبُنى التحتيّة للسكك الحديديّة والكهرباء، أو إخافة الطيور في المطارات. ألا تواجه هذه الطائرات من دون طيّار "الصديقة"، الخالية من الحماية، خطر القرصنة والانقلاب على سادتها؟

نحو طائرات من دون طيّار مضادة للطائرات من نفس الطراز؟

يؤكّد دافيد ماسكاريناس David Mascarenas، الباحث في معهد الهندسة التابع لمختبر لوس ألاموس (Los Alamos) القومي، قائلًا: "من المحتمل أن يدخل قرصان فيروسًا في طائرة من دون طيّار لاستعادة المعلومات الحساسة التي صورتها، أو ليستبدلها بصور أخرى حتى يخفي نشاطا غير قانوني، أو لخلق فوضى عارمة: إن إدخال صور مزيّفة في طائرة من دون طيّار تراقب حالة جسر ما قد يؤدي مثلًا إلى إقفال المنشأة، للتحقق من حالتها".

يرى العلماء أنه من الضروري تشفير الوصلات اللاسلكية والتموضع الشامل وحماية أنظمة الحاسوب في الطائرات من دون طيّار من الفيروسات، شأنها شأن الطائرات العسكريّة من دون طيّار، حتى لو لم يندرج ذلك في جدول أعمال الصانعين ولا المشرعين.

مع ذلك فإنّ هذا الخيار ليس خاليًا من العيوب. في العام ٢٠١١، تفاخرت إيران بقرصنة نظام توجيه طائرة أمريكيّة للتجسّس من دون طيّار للاستحواذ عليها (اقرأ المربع أعلاه "الطائرات العسكرية من دون طيّار ليست معصومة أيضًا"). لكن الخيار المذكور من شأنه أن يعرقل عمل القراصنة إلى حد معيّن.

خيار آخر: إيجاد الوسيلة للكشف عن تلك الأجسام الخفيّة بطبيعتها. لقد أعلنت مؤسّسة بريطانيّة تدعى "بليكستيك" Plextek في فبراير ٢٠١٤ أنّها ابتكرت رادارًا قادرًا على الكشف بالتحديد عن طائرات من دون طيّار صغيرة الحجم. لم يعط الصانع تفاصيل عن التقنية المستعملة، لكنّه وضّح أنّها بالغة الدقّة إلى حدّ تمييزها طائرة من دون طيّار من طائر، كما أنّها تعرّفنا فيما إذا كانت مجهّزة بأجنحة أو مراوح.

يقول فريديريك كوست Frédéric Coste، المكلّف بالأبحاث عن تقنيات السلامة في مؤسسة البحوث الاستراتيجيّة: "الحماية الأفضل تقضي بقطع الوصلة بين القائد والطائرة من دون طيّار. ثمة تقنية التشويش أيضًا التي تُستعمل لإيقاف عمل المتفجرات التي يتم التحكم فيها عن طريق هواتف نقّالة ما يسمح بخلق هامش أمان حول المواقع الحسّاسة أو الشخصيات".

يبقى ملاذ أخير يتمثّل في إسقاط الطائرات من دون طيّار المعادية. في ديسمبر ٢٠١٣، أسقط الجيش الأمريكي -انطلاقًا من مركبة على الأرض- طائرات من دون طيّار محلّقة، وهذا باستخدام أشعّة ليزر بقوّة ١٠ كيلوواط. كما يستعمل غيرهم وسائل أبسط. في دير ترايلر (Deer Trail) بكولورادو -حيث لا مزاح مع المساس بالحياة الخاصّة- فكّروا خلال مدّة معيّنة في تسليم رخص لإطلاق النار على كلّ طائرة من دون طيّار يرونها.

الأكثر جديّة من ذلك، فقد يأتي الحلّ من تطوير طائرات من دون طيّار مضادّة للطائرات من دون طيّار، ومصفّحة، ومحميّة من القرصنة، ومسلّحة للقضاء على نظيراتها. إنّه إسقاط في ثوب جديد للعبة الشرطي واللّص التي لا تتوقّف، أي سماء تغزوها روبوتات طائرة، بكلّ ما في ذلك من محاسن ومساوئ.

الطائرات العسكريّة من دون طيّار ليست معصومة أيضًا

الطائرات العسكريّة من دون طيّار ليست معصومة من الحوادث رغم تجهيزها بوصلات لاسلكيّة ونظام تموضع شامل آمن ومشفر، فمن بين أبرز الحوادث في هذا السياق، انقطع بتاريخ ٢ أغسطس ٢٠١٠ في واشنطن الاتصال بين مروحيّة من دون طيّار "مك-٨ب فاير سكاوت" MQ-8B Fire Scout تابعة للبحريّة الأمريكيّة ومشغليها عن بعد، وذلك بسبب "مشكلة في برمجيّاتها" فبدلًا من العودة والهبوط في قاعدتها -كما هو مبرمج لها في هذا النوع من الوضعيات- حلّقت الطائرة التي يبلغ وزنها ١،٤ طن (وهذا وزن ثقيل) فوق العاصمة خلال نصف ساعة قبل أن يستعيدوا التحكّم فيها.

في العام ٢٠١١، أظهرت طائرة "رك-١٧٠ سينتينيل" RQ-170 Sentinel، وهي من نخبة الطائرات الخفيّة التجسّسية الأمريكية عيبًا: أمسكت إيران بإحداها، وأخذت تتفاخر بقرصنة نظام توجيهها لإجبارها على الهبوط، وفي أفغانستان، وقعت طائرة هارفانغ Harfang الفرنسيّة من دون طيّار ضحيّة قرصنة رابط لاسلكي من دون أن يؤثر ذلك -بحسب السلطات- في قدرة طيرانها.

فريديريك كوست
FRÉDÉRIC COSTE
المكلّف بالأبحاث عن التقنيات الجديدة في مؤسّسة البحوث الاستراتيجيّة

الحماية الأفضل تقضي بخلق هامش أمان مضاد للطائرات من دون طيّار باستعمال أجهزة تشويش تردّدات لقطع الصّلة بين الطائرة من دون طيّار وقائدها

للاستزادة *

لقراءة نظرية الطائرة من دون طيّار (Théorie du drone) بقلم غريغوار شامايو Grégoire Chamayou، ومشاهدة أفلام فيديو لطائرات مدنية من دون طيّار متحركة، الرابط المباشر على
science-et-vie.com

(1) LA RÉVOLUTION DRONES, Science & Vie 1160, PP 54-68
(2) PIERRE-YVES BOCQUET, AVEC LISE GOUGIS


العلوم والتقنية
الحياة الفطرية
النمر العربي
الحيوانات السامة

المحطّات النوويّة في فرنسا

ماذا لو زوّدتنا بالماء الساخن؟[1]

استعمال حرارة المفاعلات لتدفئة المدينة: فكرة توليد الطاقة والحرارة في آن واحد فكرة تتقدّم، لكنها لا تزال تصطدم ببعض العوائق، وهي عوائق استراتيجية أكثر منها تقنية....

بقلم: فينسانت نويريغات[2]

ردّ الناطق باسم شركة كهرباء فرنسا بعنف قائلًا: "لا تعليق". الجواب كان لاذعًا، لكنّه كان متوقّعًا: بالإجمال، ترفض شركة كهرباء فرنسا التطرّق علنًا لعيوب محطّاتها النوويّة التي لا يجوز المسّ بسمعتها، حتى لو كان السؤال الذي أتى جوابه "لا تعليق" لا يتعلّق مطلقًا بسلامتها، بل يرتبط بميزاتها الديناميكية الحرارية، ومن هذه الميزات: هل من الممكن استغلال الحرارة التي تولّدها المحطات النووية لتتزوّد بها شبكات تدفئة المدن؟ تبدو الفكرة وجيهة.

على الرغم من كون مفاعلاتنا النوويّة الـ ٥٨ تفرض الهيبة فإنّها ليست سوى آلات حرارية قديمة، حتّى لا نقول إنّ الأمر يتعلّق في الواقع بغلّايات كبيرة -فائقة النشاط الإشعاعي- فلا أحد ينكر وجود هذا النشاط. تلك الغلّايات العاملة بالانشطار النووي تسخّن ماءها لتقارب حرارته الـ ٣٣٠ درجة مئويّة، لتزوّد به تُربينة بخاريّة بغية توليد الكهرباء، الكهرباء لا غير. كلّ ذلك للحصول على نتيجة نهائية -وهذا سرّ شائع- ليس فيها ما نفاخر به. في هذا السياق، يقول هنري سافا Henri Safa، من هيئة الطّاقة الذريّة والطاقات البديلة (CEA): "الطاقة التي يطلقها الانشطار النووي وتتحوّل إلى كهرباء لا تتجاوز الرُبُع، أمّا الباقي فيذهب هباءً، إذ يتبدّد في شكل حرارة من ٤٠ درجة مئوية، لا تفيد في شيء، بل تتشتّت في الأنهار أو في الأجواء".

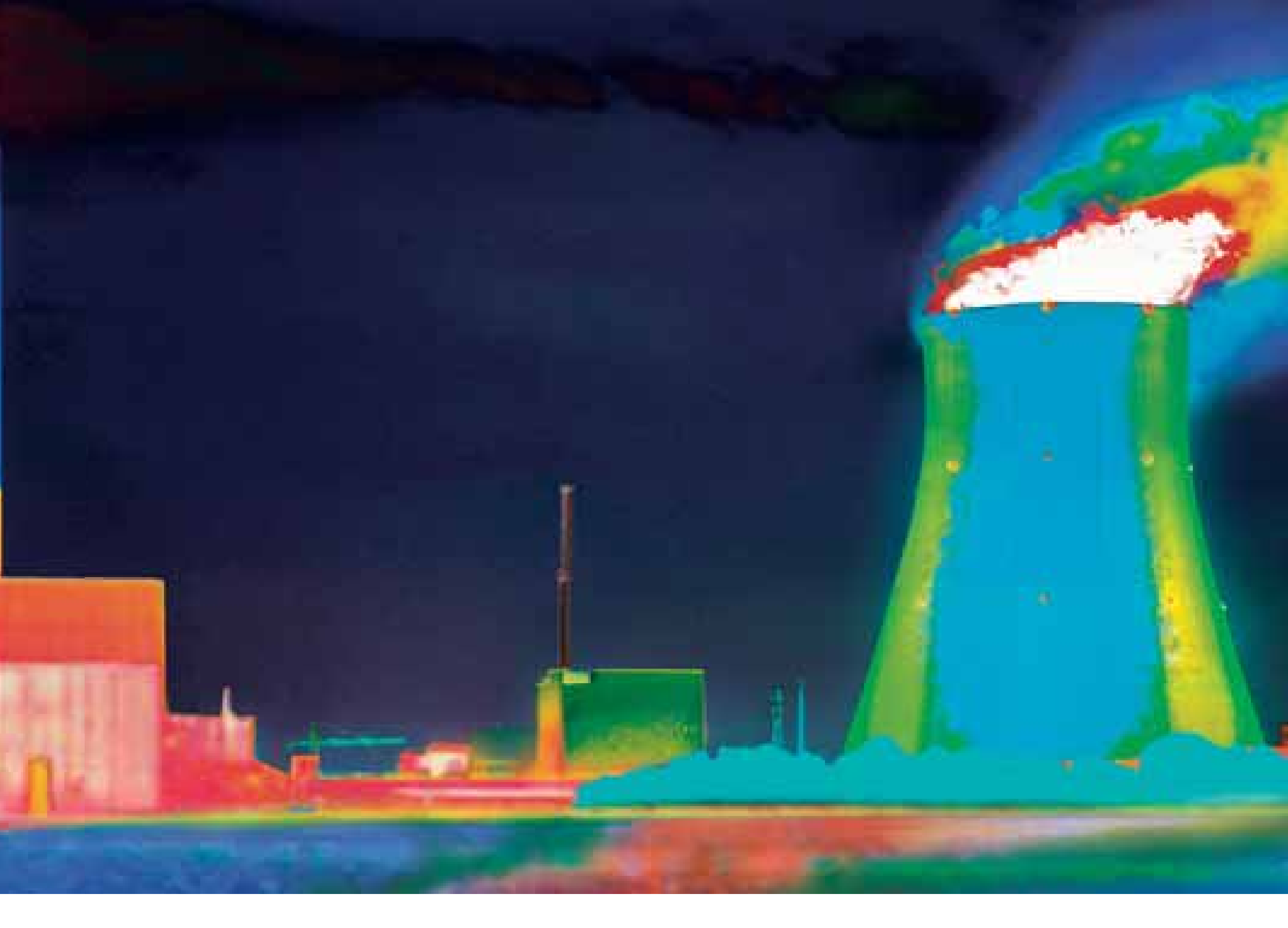
هل هذا هو القدر المحتوم للعملاق النووي الفرنسي؟ كلّا، ربّما يكون الحال غير ذلك، فقد أوضح هنري سافا -مؤخّرًا- أنّه "عند استغلال قسم من الطاقة التي يولّدها الانشطار النووي في شكل طاقة حرارية (من ١٢٠ درجة)، يمكن لحقلنا النووي الشاسع أن يغطّي -على الأقلّ- نصف الحاجات القوميّة من الحرارة (تدفئة، ماء ساخن)".

هذا ليس مجرّد كلام لا يُسمن، ذلك لأنّ الحرارة تمثّل ٨٠٪ من الطاقة التي تستهلكها المنازل والمتاجر والإدارات. يمكن لحُجَّة من هذا القبيل أن تشدّ الانتباه في الوقت الذي تتدارس فيه الحكومة (الفرنسيّة) القوانين حول التحوّل في مجال الطاقة.

منذ أربع سنوات صار الفيزيائيّ النووي هنري سافا الذي يتعاون معه فريق صغير من هيئة الطاقة الذريّة والطاقات البديلة يميل إلى هذا الخيار: تحويل المفاعلات النوويّة الفرنسيّة إلى وحدات "توليد مشترك" Cogeneration للطاقة والحرارة، تؤمّن في الوقت نفسه

السياق

نفذت الحكومة الفرنسيّة خلال شهر يونيو ٢٠١٤ مشروع قانون للتصويت يتعلّق بالتحوّل في مجال الطاقة. الأهداف المعلنة طموحة: ٢٣٪ من الطاقة المتجدّدة في العام ٢٠٢٠، خفض حصّة الطّاقة النوويّة في توليد الكهرباء بنسبة ٥٠٪ على مشارف العام ٢٠٢٥، خفض استهلاك الطاقات الأحفوريّة بنسبة ٣٠٪ في حدود العام ٢٠٣٠، خفض انبعاثات ثاني أكسيد الكربون لبلوغ رُبُع مستواه الحالي عند حلول العام ٢٠٥٠.



M.GOTTWALD/CORBIS - VIRTUAL UNLIMITED/GETTY

الكهربـاء والحرارة عـبر أنابيب ضخمة تنقل مياهًا ساخنة جدًّا.

وأخفق المشروع الأول

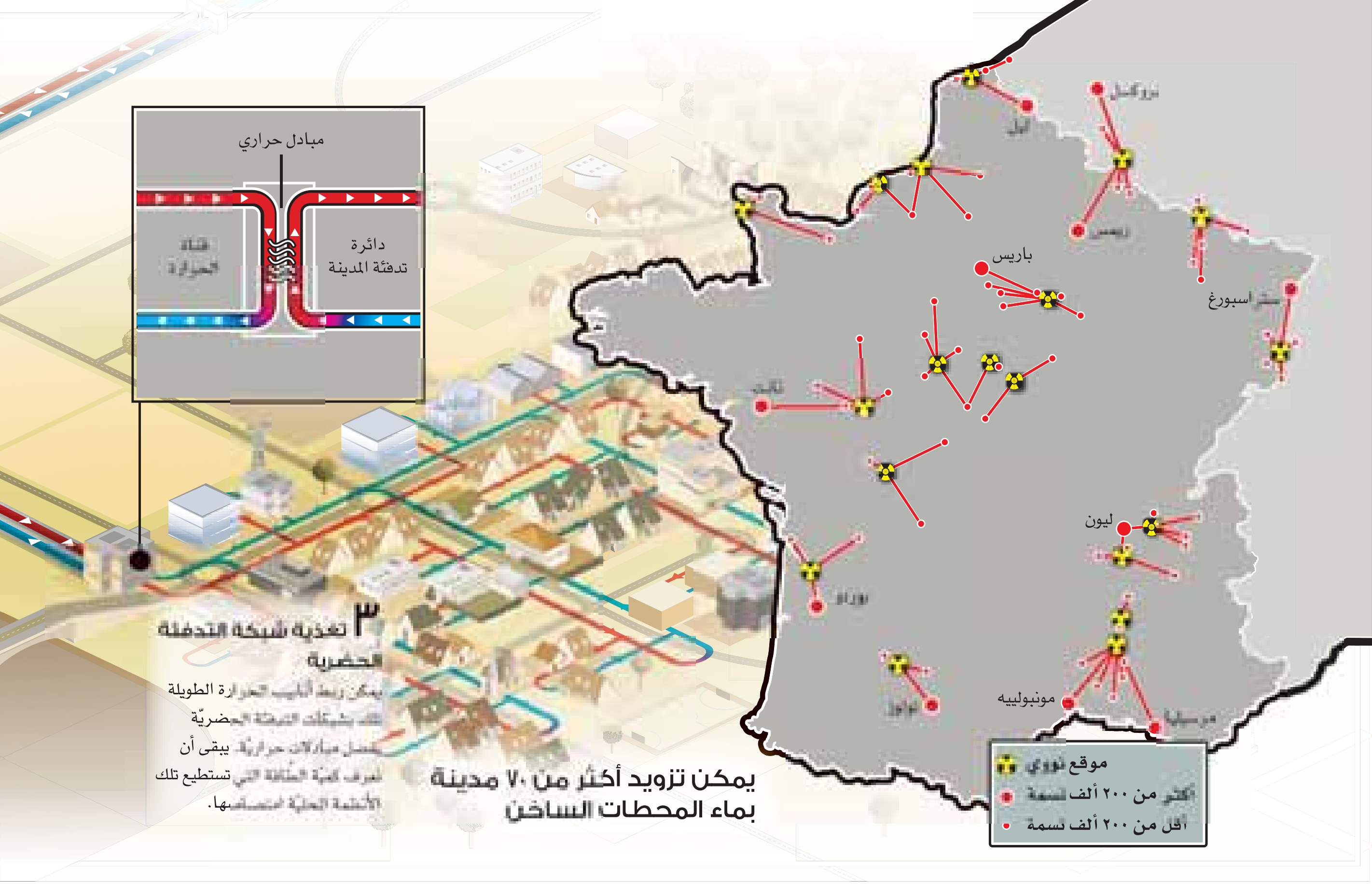
منذ مدّة وجيـزة، كان هذا الاقتراح بمثابـة اقتراح غريب. أمـا اليوم فأصبح يُنظـر إليه باهتمام متزايـد. ففي تقرير أكاديمـي سُلِّـم للحكومـة في بدايـة عام ٢٠١٤، احتلـت الحـرارة التي تصدر عن الـذرة مكانًـا مركزيًا حتـى ضمن بعض سيناريوهات الطاقة في أفق العام ٢٠٥٠، وبهذا الصدد يقول إبراهيم خميس، من الوكالة الدولية للطاقة الذريّة (IAEA): "يعمل اليوم ٧٤ مفاعلًا بطريقة «التوليد المشترك» في سويسـرا، والهند، وروسيا، وبلغاريـا، والمجـر" يمكـن لهـذه العمليّة أن تطبـق في فرنسـا أيضًـا. في العـام ١٩٧٧، كان الباحثـون في هيئـة الطّاقـة الذريّة والطاقـات البديلة ينوون تنصيب المفاعـل ثيرمـوس (Thermos) تحـت مدينة غرونوبـل (Grenoble) في فرنسا لتزويد سكّانها بالحرارة.

لكـن الحـال تـغيّـر منـذ نهايـة السبعينيّات الميلادية من القرن الماضي، حيـث اتّخـذت شركـة كهربـاء فرنسـا قرارهـا الفاصـل، فقـد قال بيـار باشي Pierre Bacher الـذي كان في تلك الفترة يشغـل منصـب المديـر التقنـي لشركـة كهربـاء فرنسـا: "كلّ الجهـود كانـت موجّهـة آنذاك نحـو إنتاج كميّـة قصوى من الكهرباء النوويّة من أجل التخلّي عن المحطّات العاملة بالزيت الخام". وهكذا صُمّمت الدوائر الواقعة بين القلب النووي والتربينـة خصيصًـا لهذا الغرض. إلّا أنّ ذلـك الخيار التاريخـيّ الذي يقتصر على استخـراج الكهرباء فقط صار محلّ جـدل متزايـد، وما دعَّم هـذا التوجه في فرنسـا أنّ وفـرة الكهربـاء النوويّة طالما سوّغـت تركيـب أجهزة تدفئـة كهربائيّة في كلّ المساكـن الجديـدة. يعـبّر ديوغـو كويروس كوند Diogo Queiros-Conde، المختـص في الديناميكـا الحراريّـة (جامعـة باريس ١٠ بفرنسـا)، عن أسفه قائـلًا: "إنّه ضلال فعلـيّ من وجهة نظر الديناميـكا الحراريـة لأنّنا نحـوّل طاقة من نوعيـة ممتازة -ألا وهـي الكهرباء- إلى حرارة مـن نوعية ضعيفـة" والأسوأ من ذلـك: تحتـاج محوّلاتنـا الكهربائيّة في فـترات الضغـط الشديد إلى محطّات تعمل بالغاز والفحم، التي تطلق انبعاثات قويّـة من ثـاني أكسيد الكربـون، ناهيك عن ثمن ذلك الوقود الأحفوري الذي يتم استيراده من الخارج.

لكلّ تلك الأسباب، أصبحت الحرارة النوويـة موضـوع حديـث النـاس. يقيّـم باتريـك كريكـي Patrick Criqui، عـالم الاقتصـاد المختص في مجال الطاقة ⟵

٨ مصدر غير مُستغل

المحطّات النووية هي خزّانات للحرارة. لكن هذه الإمكانيّة غير مستغلة في فرنسا على الإطلاق.



← بجامعة غرونوبل (فرنسا)، الوضع قائلًا: "بمجرّد أن نقرّر الاحتفاظ بجزء من الطاقة النوويّة في موارد الطاقة المستقبليّة -حتى لو انخفضت نسبتها إلى النصف بدلًا من ٧٥٪- فمن المؤسف ألّا نستغلّ هذه المصادر الحراريّة وهي في متناولها". علينا التذكير بأنّ فرنسا

انتشار ظاهرة استرجاع الحرارة

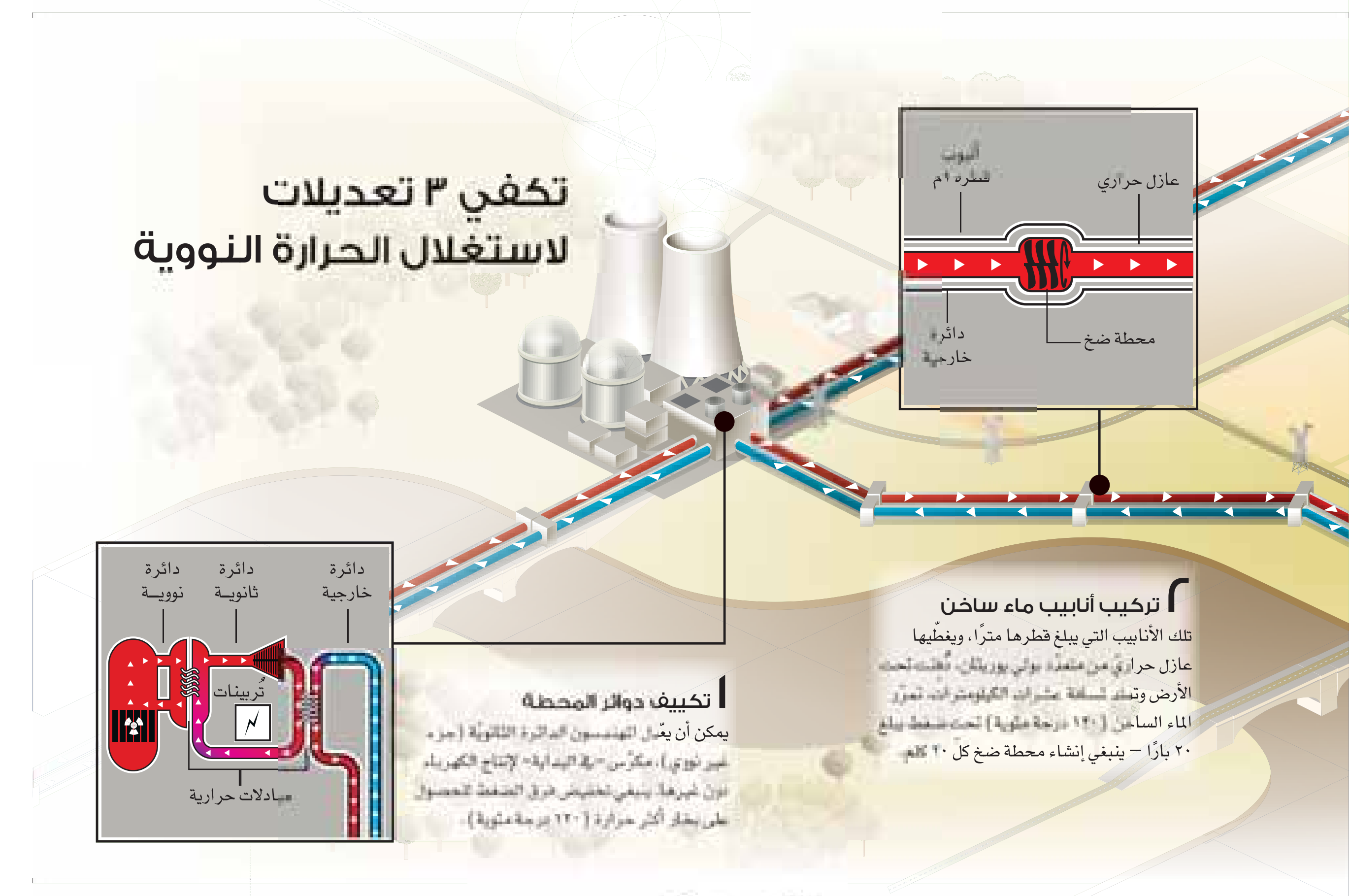
يوجد في فرنسا أكثر من ٤٥٠ شبكة لاسترجاع الحرارة، كما هو الشأن في النظام المتشعّب المعمول به في باريس الذي تم إنشاؤه في العام ١٩٢٧ لتأمين البخار لقطارات محطة ليون Lyon للسكك الحديدة (باريس). تسترجع أجهزة التدفئة الحضريّة تلك الكميّة الكبرى من حرارتها من بقايا المحطّات العاملة على الغاز والفحم أو الزيت الخام. كما تنقل ٦٪ من الحاجات على مستوى فرنسا (مقابل ٦٠٪ في الدانمارك، و٥٠٪ في السويد وبولندا). لكنّ الكيلومترات المجهزة في فرنسا تزيد بنسبة ١٠٪ كلّ سنة، فبعد أن تم ربط هذا البلد بالكهرباء في بداية القرن العشرين، من الجائز أن تغطّيه أنابيب الماء المغلي خلال القرن الحادي والعشرين.

هي البلد الأكثر اعتمادًا على الطاقة النوويّة في العالم، بامتلاكها ١٩ موقعًا نوويًا موزّعة توزيعًا جيدًا على الأراضي الفرنسية – باستثناء واضح لمنطقة بريتانيه (Bretagne).

لا وجود لعوائق تقنية

الأدهى من ذلك -حسب هنري سافا المتحمس لهذا المشروع- أنّه "من المتوقّع أن يسمح التقدّم الذي شهدته فرنسا في السنوات العشرين الأخيرة في المواد العازلة لأنابيب الحرارة بتجاوز الكيلومترات المئة التي تفصل باريس عن مفاعليّ نوجان سور سين (Nogent-sur-Seine)، مع ضياع كميّة ضئيلة من الحرارة". ولإثبات جديّة تلك الإمكانيات الجديدة، تنوي المؤسسة الفنلنديّة "فورتوم" (Fortum) تدفئة هلسنكي بوساطة مفاعل يقع على بعد ٨٠ كم. بعد تشييد هذا الخط، يكفي أن يُربط بشبكة الحرارة التابعة للمدينة (انظر الرسم أعلاه) تخيّلوا أنّ باريس تتزوّد بالحرارة من محطّة نوجان سور سين النوويّة، ومدينة بوردو (Bordeaux) من محطّة بلاييه (Blayais) النوويّة، ومدينة ليل (Lille) من محطة غرافلين (Gravelines)، ومدينة ليون (Lyon) من محطّة سان ألبان (Saint-Alban) النووية، إلخ، إلّا أنّ شركة كهرباء فرنسا لا تزال ترفض إثارة هذا الموضوع. أمِن المعقول أن تكون مفاعلاتها العاملة على الماء المضغوط غير ملائمة للتوليد المشترك؟ يقول هنري سافا في هذا السياق: "طُوِّرت مفاعلات شركة كهرباء فرنسا في الواقع لإنتاج الكهرباء حصريًا، مع أنّ ذلك غير مبطل ولا يستدعي أيّ تقنية قد تكون ضارّة. يتطلب التدخّل في الجزء غير النوويّ تقليص انخفاض الضغط في المكثف لجمع بخار بحرارة ١٢٠ درجة، وتحويله إلى الشبكة الحرارية. وبطبيعة الحال، فإن كمية الكهرباء المنتجة تنخفض. ينبغي تقبّل ذلك. أمّا هاري تيوميستو Harri Tuomisto، المهندس في المؤسسة الفنلندية "فورتوم" فيرى أنّ "استخراج

M.KONTENTE



١٠٠٠ ميجاواط من الحرارة يخفّض إنتاج الكهرباء بنحو ١٧٠ ميجاواط" وهي طاقة ربّما ينبغي الحصول عليها بوسائل أخرى، وهكذا ندرك أنّ البتّ في الأمر ليس موضوعًا هيّنًا.

نلاحظ على مستوى الديناميكا الحراريّة الصرفة أنّ هذا الخيار لا جدال فيه: إذ ينتقل الإنتاج حينئذ إلى ٦٠٪، مع تحسّن استغلال وقود اليورانيوم، كما أنّ لا سلبيات تذكر حول تأثير ذلك على البيئة، بل بالعكس. يرى

هنري سافا أنّه من المتوقع أن يحتّ تموين باريس وحدها بالحرارة انبعاث ١,٧ مليون طن من ثاني أكسيد الكربون في السنة.

في المقابل، تظلّ التساؤلات حول تكاليف هذه الطريقة في إنتاج الطاقة البديلة مثل: ثمن شبكة نقل الحرارة، ثمن الميجاواط من الحرارة، ...إلخ مطروحة. يقرّ جان-غي ديفيزو دي لافرنيي Jean-Guy Devezeaux de Lavergne، عالم الاقتصاد في الطّاقة بهيئة الطّاقة الذريّة والطاقات البديلة قائلًا: "تتفهّم جيّدًا حذر شركة كهرباء فرنسا، فهي شركة مسجّلة في البورصة". تجدر الإشارة إلى أنّ الطّاقة الحراريّة المستخرجة من المفاعلات تنبعث بحرارة ١٠٠ أو ١٢٠ درجة مئويّة، ولذا فهي تتناسب مع احتياجات المنازل والإدارات والمستشفيات وبعض الأنشطة التصنيعيّة الزراعيّة، ويبقى تحديد غيرها من المجالات الصناعيّة التي يمكن أن تستفيد منها.

فضلًا عن ذلك، يلاحظ إبراهيم خميس: "يتطلّب تكييف المفاعلات الحاليّة مع التوليد المشترك التقدّم بطلب جديد لدى سلطات السلامة النوويّة للانتفاع بالمفاعل. إنّه إجراء ثقيل وطويل ومكلف" مع العلم أنّ المفاعلات الفرنسيّة تتقادم وأنّ تدابير السلامة تتضاعف منذ كارثة فوكوشيما (اليابان).

بغضّ النّظر عن الاعتبارات الماديّة يلاحظ جان-غي ديفيزو أنّ: "علينا مراعاة مدى تقبّل الجمهور لهذه الفكرة". بطبيعة الحال، فإنّ الماء الذي يجري في شبكات الحرارة لا يتصل مطلقًا بالماء الذي يحيط بالوقود النووي، إذ إنّ المبادلات الوحيدة في هذا الشأن هي من النوع الحراري، لكن ذلك لا يمنعنا من تخيّل سيناريوهات تلوّث كارثيّة على نطاق واسع.

خلاصة القول: إنّ الحواجز متعدّدة لكن من قال إنّ التحوّل من هذا القبيل في مجال الطاقة سيكون مجرّد إجراءات شكليّة؟

هنري سافا
HENRI SAFA

عالم فيزيائي نووي في هيئة الطّاقة الذريّة في ساكلاي (Sakley) (فرنسا)

لا يتم تحويل إلا ثلث الطاقة المتحررة من الإنشطار النووي، أما الباقي فيضيع

*** للاستزادة**

لقراءة وثائق تظهر الاستعمالات غير الكهربائيّة المختلفة للطاقة النوويّة، الرابط المباشر على

science-et-vie.com

(1) CENTRALES NUCLÉAIRES EN FRANCE: ET SI ELLES NOUS FOURNISSAIENT L'EAU CHAUDE?, Science & Vie 1161, PP 92-95
(2) Vincent Nouyrigat

أشعلنا نار الشمس[٢]

لقد وُلِدت نجمة في مختبر أمريكي! إنّها الخطوة الأولى نحو التحكم في الانصهار النوويّ الذي يمثّل مصدر طاقة لا ينضب تقريبًا.

بقلم: فابريس نيكوت[١]



GRÉGOIRE CIRADE POUR SVJ

نجمة قطرها مليمتران

إنّها نجمة يبلغ قطرها ميليمترين فحسب. لم تلمع سوى بضعة أجزاء من مليار من الثانية. ما الفائدة من ذلك؟ إنّه حدث تاريخيّ لأنّ تلك النجمة الفائقة الصغر تمت صناعتها في مختبر! كان ذلك في التاسع عشر من شهر نوفمبر ٢٠١٣، في مختبر لورانس ليفيرمور (Lawrence Livermore) في كاليفورنيا بالولايات المتحدة الأمريكية.

كرة بلاستيكية سوداء، هي "نجمة" المستقبل، وقد وضعت في أسطوانة من ذهب يبلغ طولها سنتيمترًا تقريبًا وقطرها ٦ ملم، ثم وضع الكلّ في وسط غرفة دائريّة فيها ثقوب عديدة (انظر الصورة ص. ٧٠) وفجأة اشتعلت ١٩٢ حزمة من أشعة اللّيزر في آن واحد على الأسطوانة.

ارتفعت الحرارة بسرعة، وتبخّرت الكرة وانصهر جزء من الذرّات التي كانت تحتويها فنتجت عن ذلك طاقة. تلك الطاقة نفسها التي تجعل النجوم تتلألأ منذ مليارات السنين.

صناعة شمس! حتى إن كانت بحجم مصغّر، يبدو أمرًا جنونيًا. دعنا نقتنع بإمكانيّة ذلك من خلال تفحّص شمسنا. تحصل تفاعلات الانصهار النووي باستمرار في قلب كرة الغاز الضخمة (الشمس) التي يبلغ قطرها ١,٤ مليون كلم. والحرارة فيها تبلغ ١٥ مليون درجة تقريبًا! كما أنّ الضغط قويّ أيضًا: ٣٤٩ مليار مرّة أكثر من الضغط الجوي الأرضي. ينبغي أن تتوافر تلك الشروط الهائلة لتتصادم الذرّات بقوّة، حتى الانصهار الكامل، ما يطلق كميّات ضخمة من الطاقة.

من الواضح أنّه إذا تمكنّا من السيطرة على ذلك الانصهار، سنشهد نهاية لمشكلات الطاقة لدينا. أوّلًا لأنّ نوعي الوقود القابلين للاستعمال: الديتيريوم والتريتيوم (وهما >**نظيران كيميائيان**< للهيدروجين) متوفران بكميّات كبيرة: يوجد الديتيريوم في ماء البحر، ونحصل على التريتيوم انطلاقًا من الليثيوم، وهو عنصر موجود -أيضًا- في ماء البحر.

يصبح الانصهار نظيفًا نسبيًّا. إنه يُنتِج الهليوم، وهو غاز غير مؤذٍ (انظر الرسم ص. ٧١). كما يطلق نيوترونات يمكن أن تحوّل المواد التي تصادفها إلى مواد >**مشعة**<. لكن لا مقارنة بينها وبين النفايات طويلة العمر التي تنتجها محطّاتنا النوويّة الحاليّة: يسّهل ←

إضاءة

تصبح الذرّات **نظائر كيميائيّة** إن احتوت كلّ نواة منها العدد نفسه من البروتونات، لكن ليس العدد نفسه من النيوترونات. هكذا نجد أنّ للهيدروجين بروتون واحد، وللديتيريوم بروتون واحد ونيوترون واحد، وللتريتيوم بروتون واحد ونيوترونان.

إضاءة

جسم **مشع** يصدر إشعاعات، أي جسيمات مفعمة بالطاقة نسبيًّا. يمكن للإشعاعات القويّة أن تخترق المادّة وتقتل الخلايا الحيّة.

← القضاء على العناصر المشعة المنبثقة من الانصهار لأنّ نشاطها أقلّ حدّة وأقصر مدّة.

جحيم صغير على الأرض

تكمن أبرز فوائد الانصهار في كونه يطلق كميّة من الطّاقة تفوق كميّة الطّاقة الناتجة عن أيّ تفاعل احتراق آخر، وهكذا، يعادل طن من مزيج ديوتيريوم-تريتيوم ٨ ملايين طن من النفط! بالتأكيد، أهميّة هذا الانصهار تجعلنا نسبح في عالم الأحلام. لكن كيف نأتي على وجه الأرض بالظروف الهائلة التي نلاحظها داخل النجوم؟ دعنا نتابع ما يقوم به مهندسو ليفيرمور Livermore...

كنا نتوقّع ذلك: إنّ الطاقة الضروريّة للانصهار تحملها الحزم اللّيزرية التي أشرنا إليها في البداية. لكن هذا لا يكفي؛ إذ إنّ ١٩٢ حزمة مركّزة في نقطة واحدة غير قادرة على رفع الحرارة بملايين عديدة من الدرجات. فضلاً عن أنّ الحرارة المرتفعة ليست سوى شرط من بين الشروط التي تضمن انصهار الذرّات. إنّنا نحتاج -أيضًا- إلى ضغط هائل جدًا.

الحرارة؟ ٥٠ مليون درجة!

إنّ الدور الوحيد لحزم أشعة الليزر هو تسخين الأسطوانة المصنوعة من الذهب. تخترق تلك الأشعّة جانبي الأسطوانة (انظر الرسم أعلاه): وهكذا ينزل ٥٠٠ ألف مليار واط بسرعة بين جوانب هذا النوع من الأفران مقابل ألف واط تقريبًا في فرن موجات الميكرويف (microwave) الذي تمتلكونه! ولذا لا نتعجّب من أنّ الحرارة داخل الأسطوانة ترتفع حتى ٣ ملايين درجة. هذا كثير، لكنّه لا يزال غير كافٍ. الآن جاء دور الكرة في هذه العمليّة.

تحتوي الكرة البلاستيكيّة، مزيجًا من الديتيريوم-تريتيوم. وتحت تأثير الحرارة القويّة، ينفجر غشاء الكرة الخارجي في لحظة معيّنة، وبسبب التفاعل، يجد القسم الداخلي نفسه مندفعًا بقوّة باتجاه قلب الكرة، ضاغطًا كلّ ما تحويه هذه الكرة. الأمر ليس سهلاً! إذ ينقسم حجم الكرة إلى ٤٠ ألف جزء تقريبًا. نتيجة لذلك: يرتفع ضغط مزيج الديتيريوم-التريتيوم بسرعة جنونيّة حتى يصل إلى ما يناهز ١٥٠ مليار مرّة ضغط غلاف الجوّ الأرضي. بما أنّ ضغط الغاز وحرارته متناسبان (أي يزداد أحدهما بزيادة الآخر) فعندما نضغط مزيج الديتيريوم-التريتيوم تزداد حرارته، وبذلك ترتفع الحرارة لتصل إلى ٥٠ مليون درجة! بهذه الطريقة انصهر يوم ١٩ نوفمبر ٢٠١٣، ١٧٠ ميليجرام من الديتيريوم والتريتيوم عند وضع هذه الكميّة في تلك الظروف.

الوصول إلى نقطة الاشتعال

ليست المرّة الأولى التي تصل فيها منشأة ليفيرمور إلى الانصهار منذ تدشينها في العام ٢٠٠٩. لكن الطّاقة المنتَجة لم تتجاوز قط الطاقة اللاّزمة لانصهار الذرّات. بعبارة أخرى، فإنّ الكرة أنتجَت فعلاً كميّة من طاقة، لكن ينبغي أن نكون أكثر دقّة: بالإجمال، استهلكت التجربة طاقة أكثر ممّا أنتجت. لا تتصوّروا أنّ هناك تناقضًا مع ما سبق ذكره. ذلك يشبه -تقريبًا- ما يحدث عندما تسخّنون قدرًا من الماء على لوحة كهربائيّة. لا يستعمل لتسخين الماء سوى قسم من الحرارة التي تنبعث من اللّوحة، والباقي يتشتّت في تسخين معدن القدر والهواء المحيط، ...إلخ. فيما يتعلّق بتجربة ليفيرمور، نقدّر أنّ ١٪ فقط من الطاقة المزوّدة ساهمت في صهر الذرّات، ونتيجة لذلك، صنعت تلك الذرّات ضعف الطاقة -تقريبًا- التي تلقّتها. إنّها نتيجة مقبولة! حتى لو كان ذلك لا يعادل سوى الطاقة المخزّنة في بطاريتين من نوع "LR06" (الأكثر تداولا). المُلاحَظ أنّ هذه الكميّة لا تكفي لإضاءة مدينة نيويورك بكاملها، لكنها تُعدّ بداية طيّبة.

كيف نصنع نجمة مصغّرة؟

١- ١٩٢ حزمة أشعّة ليزر تخترق الأسطوانة المصنوعة من الذهب التي تحتوي كرة بلاستيكية مليئة بذرات الديتيريوم والتريتيوم للانصهار. ترفع أشعّة اللّيزر حرارة المزيج ارتفاعًا فائقًا.

٢- تحت تأثير الحرارة الشديدة، يتبخّر الغشاء الخارجي للكرة، فيما ينقبض الغشاء الداخلي بسبب التفاعل.

٣- الانقباض قوي للغاية: ينخفض حجم الكرة بمقدار ٤٠٠٠٠ مرة!

٤- مزيج غاز الديتيريوم والتريتيوم منقبض للغاية وذلك يجعل الذرّات تنصهر وتطلق طاقة.

الوقت:
صفر ثانية

أسطوانة من ذهب

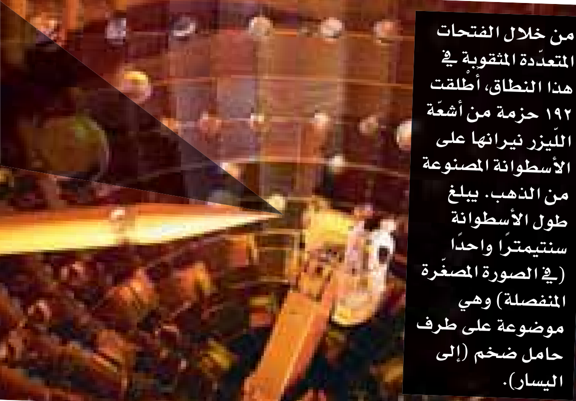
كرة بلاستيكية

مزيج من الديتيريوم والتريتيوم

أشعة ليزر

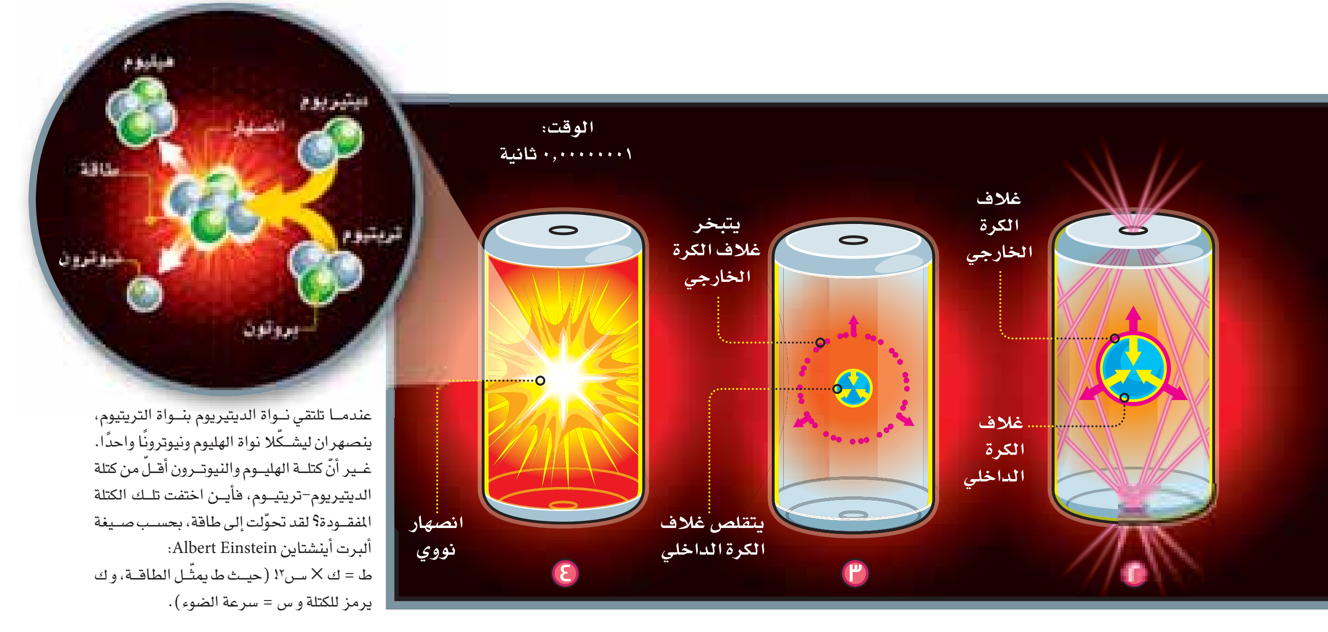
١

ANTOINE LEVESQUE POUR SVJ



من خلال الفتحات المتعدّدة المثقوبة في هذا النطاق، أُطلقت ١٩٢ حزمة من أشعّة اللّيزر نيرانها على الأسطوانة المصنوعة من الذهب. يبلغ طول الأسطوانة سنتيمترًا واحدًا (في الصورة المصغّرة المنفصلة) وهي موضوعة على طرف حامل ضخم (إلى اليسار).

PHOTOS: NIF



عندما تلتقي نواة الديتيريوم بنواة التريتيوم، ينصهران ليشكّلا نواة الهليوم ونيوترونًا واحدًا. غير أنّ كتلة الهليوم والنيوترون أقلّ من كتلة الديتيريوم-تريتيوم، فأين اختفت تلك الكتلة المفقودة؟ لقد تحوّلت إلى طاقة، بحسب صيغة ألبرت أينشتاين Albert Einstein:
ط = ك × س^{٢} (حيث ط يمثّل الطاقة، و ك يرمز للكتلة و س = سرعة الضوء).

هدف الباحثين النهائي هو الوصول إلى "نقطة اشتعال" مزيج الديتيريوم-تريتيوم. بعبارة أخرى، بلوغ المرحلة التي تصون الظاهرة نفسها بنفسها وتكفي عندها الطاقة المنبثقة عن انصهار النوى لتغذية نوى أخرى. يحدث هذا التفاعل المتسلسل في النجوم، لكن في المختبر، لا يتم الانصهار إلّا أثناء إطلاق شعاع اللّيزر الذي يدوم ١٠ أجزاء من المليار من الثانية. خلال تجربة نوفمبر ٢٠١٣، قدّر الباحثون أنّه حدثت نحو ٥×١٠^{١٥} عمليّة انصهار (٥ مليون مليار عمليّة) إلّا أنّنا نحتاج إلى مئة مرّة هذا العدد من العمليّات ليكون الانصهار طويل الأمد. للتوصّل إلى ذلك، ينبغي -بوجه خاص- منع نوى الهليوم الناتجة عن الانصهار من التبدد، وهذا لأنّها تأخذ معها جزءًا من الطاقة المنبثقة، ومن ثمّ فنحن نفتقد إليها لتغذية غيرها من عمليّات الانصهار.

كرة فائقة الاستدارة

كيف نحجز نوى الهليوم تلك؟ بزيادة الضغط عليها، حتى يبلغ ٣٠٠ مليار مرة ضغط الغلاف الجوي الأرضي مثلًا. الطرح الشفوي هنا سهل أمّا الفعل فأمر آخر! يقضي أحد الحلول بإتقان صنع الكرة التي تحتوي مزيج الديتيريوم-التريتيوم. ذلك لأنّه عندما تنقبض هذه الكرة ينبغي أن تحتفظ لأطول مدّة ممكنة بالشكل الكروي المثالي من أجل ضغط المزيج بأفضل طريقة ممكنة، وهنا تجدر الإشارة إلى أنّ أدنى شائبة في سطحها تفشل كلّ العملية! إذا لم تتشوّه الكرة في كلّ أنحائها بالطريقة نفسها ينخفض الضغط في وسطها، وعليه ينبغي أن نكون قادرين على صناعة كرة ملساء متناسقة كاملة تحسب بوحدة الميكرون (١٠$^{-٦}$ متر) بل حتى أقل من ذلك!

نلاحظ أنّ الجهد المطلوب من المهندسين ليس هيّنًا. قد يستفيد الفريق الأمريكي قريبًا من مساعدة الفرنسيين. ذلك لأنّه سيتم -في نهاية عام ٢٠١٤- تدشين "ليزر ميجاجول" Laser Mégajoule في مدينة بوردو (Bordeaux) في فرنسا الذي تشرف عليه هيئة الطّاقة الذريّة (الفرنسيّة). يمكن لهذا المختبر، المزوّد بـ ١٧٦ ليزر، أن يجري تجارب مشابهة لتجارب الأمريكيين، واستكمال معارفهم حول الانصهار. هناك أمل في أن يتمكّن الجانب الأمريكي من صناعة نموذج محطّة للانصهار النووي في أفق العام ٢٠٥٠. ■

«المفاعل النووي الحراري التجريبي الدولي» ITER، سبيل آخر للانصهار

بالقرب من كاداراش (Cadarache) (بوش دو رون Bouches-du-Rhône بفرنسا)، في موقع تابع لهيئة الطاقة الذريّة، وفي هذه اللحظات يتم بناء "المفاعل النووي الحراري التجريبي الدولي" ITER. إنّه يمثّل البديل عن الانصهار "باللّيزر": هنا المقصود التعامل مع <حقول كهربائيّة ومغناطيسيّة للحصول على تفاعلات انصهار. يتم إدخال الديتيريوم والتريتيوم على شكل أيونات (ذرّات تحتوي شحنة كهربائيّة) في قلب المفاعل وهو عبارة عن طارة (شبيهة بالعوامة الكبيرة) يبلغ طولها ١٠ أمتار وعرضها ٥ أمتار. يسرّع حقل كهربائي الطارة فتبدأ الأيونات بالتسارع حول الطارة كأنّها سيّارات سباق تقارب سرعتها سرعة الضوء، فيُنشئ حقلٌ مغناطيسي قويّ حاجزًا خفيًّا يوجّه الذرّات ويمنعها من الخروج عن "المسار". ترفع بعد ذلك طرق مختلفة حرارة المزيج، سيما التسخين بوساطة الموجات الصغيرة. يقضي الهدف التوصّل إلى حرارة تبلغ بضعة عشرات ملايين الدرجات. تنطوي نواتا الديتيريوم والتريتيوم اللتان يحبسهما الحقل المغناطيسي (هنا، يكفي حجز بسيط، لا جدوى من إحداث ضغوط قويّة كما هو الحال في الانصهار بالليزر) على طاقة شديدة إلى حدّ أنّهما ينصهران عندما يتصادمان، ما يرفع الحرارة، ومن ثمّ تزيد الانصهارات، ...إلخ. إنّ الهدف من صنع "المفاعل النووي الحراري الدولي" هو اختبار تلك الطريقة. يشترك في هذا المشروع ٣٥ بلدًا (تقدّر تكلفته الإجمالية بـ ١٦ مليار يورو!) ومن المتوقّع أن يبدأ العمل فيه نحو العام ٢٠٢٠.

إضاءة

جُسيم يحمل شحنة كهربائيّة (إلكترون، بروتون) يحيط به **حقل كهربائي** يؤثر في المسار وفي سرعة جُسيمات أخرى مشحونة.

يؤثر **الحقل المغناطيسي** في جُسيمات مشحونة فيغيّر اتجاهها.

(1) Fabrice Nicot
(2) ON A ALLUMÉ LE FEU DU SOLEIL, Science & Vie Junior 296, PP 60-63



٦٠ سنة بعد "البطّاريّة الشمسيّة" الأولى

ما مستقبل الطاقة الفولتضوئية؟[١]

بقلم: إيمانويل مونييه [٢]

JIM WILSON/THE NEW YORK TIMES/REDUX/REA - ALCATEL-LUCENT



الطّاقة الشمسيّة لامتناهية ونظيفة ومضمونة، وتغذّي منذ ٦٠ عامًا حلم تزويد كوكب الأرض بهذه الطّاقة.
المشكلة: سعرها الباهظ ومردودها الضعيف. لكن، ها هي شبكتها تُعدّ الآن جيلاً ثالثًا من الألواح الشمسيّة العالية الأداء. الهدف: تحويل الطّاقة الفولتضوئية -أخيرًا- إلى طاقة منافسة للطّاقات الأخرى.



ابتكر الكيميائي كالفن فولر Calvin Fuller خليّة ضوئيّة عندما سخّن البورون والسيليكون (هنا، في أنبوب).

٢٥ أبريل ١٩٥٤، ومن الراديو تصاعدت موسيقى الشمس

في ذلك اليوم، أمام مشاهدين مذهولين، اشتغل مذياع بفضل الطّاقة التي تنتجها -حصريًا- أشعّة الشمس في نيويورك.

تركت الموسيقى المتصاعدة من المذياع الزوّار في حالة من الذهول. لم يصدّق الصحفيون المجتمعون في ٢٥ أبريل ١٩٥٤ بدعوة من مختبرات "بيل" Bell، وهم ماكثون على العشب بمدخل موراي هيل Murray Hill في نيويورك، لم يصدقوا ما يسمعونه: كيف لجهاز الراديو هذا أن يعمل بطاقة ضوء الشمس فحسب؟ هذه العمليّة الناجحة مثيرة للدهشة، لكنّها لم تدهش -آنذاك- داريل شابن Daryl Chapin الذي آمن دائمًا بإمكانيّة تحويل الأشعة الشمسيّة إلى كهرباء، فهو الذي أقنع مؤسّسة الاتصالات الهاتفيّة "بيل" العريقة بأن تستكشف تلك الإمكانيّة. كانت مهمّتها تقضي بابتكار بطّاريات قادرة على تغذية الأنظمة الهاتفيّة المنعزلة تحت المناطق الاستوائيّة، حيث يتلف الطقس البطاريّات الكلاسيكيّة التي تشتغل بالكهرباء (electrolyte). لماذا لا نحاول استعمال الطّاقة الشمسيّة لشحنها؟

تحسينات حاسمة

كنّا نعلم منذ العام ١٨٣٩ أنّ هذا ممكن عندما قاس الفيزيائي الفرنسي ألكسندر إدموند بيكيريل Alexandre-Edmond Becquerel تيارات كهربائيّة ضعيفة باستخدام أقطاب معدنيّة معرّضة للضوء. كان ينبغي الوصول إلى قوى مناسبة، فجرّب داريل شابن -أوّلًا- بأقطاب من السيلينيوم من دون أن يحرز أيّ نجاح: لم تسمح طاقة الإنتاج القصوى الأقل من ٠,٥٪ بتجاوز ٥ واط بالمتر المربع، فهذه الطّاقة ضعيفة إلى حدّ كبير ولا تنفع لأيّ استعمال كان.

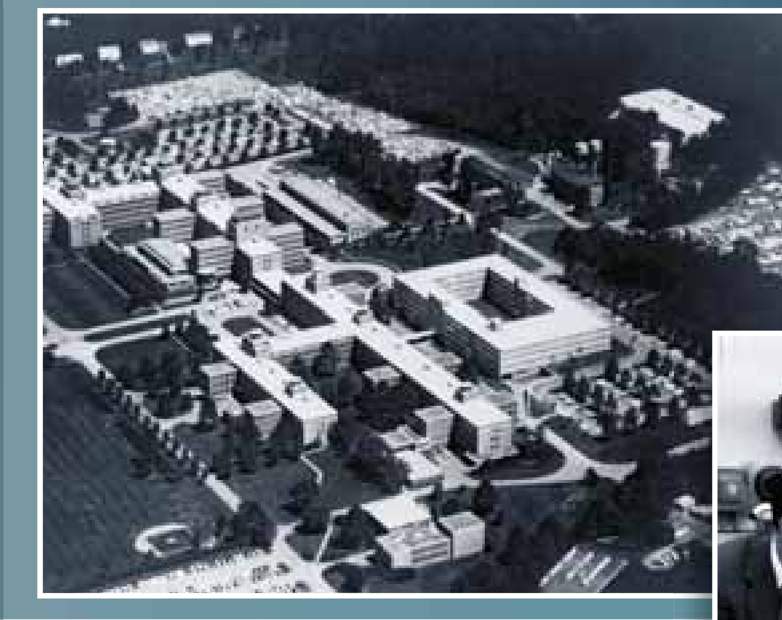
جاء صديقه الفيزيائي جيرالد بيرسون Gerald Pearson لمساعدته. كان يدرس في تلك الفترة مع الكيميائي كالفن فولر Calvin Fuller السبل التي تسمح بتنشيط خصائص السيليكون الموصلة وذلك بإدخال شوائب: عند تجميع شحنات كهربائيّة إيجابيّة أو سلبيّة محليًّا، تخلق تلك الشوائب جهدًا كهربائيًّا بين منطقتين مشحونتين عكسيًّا، ومن ثمّ يكفي أن نربطهما بسلك موصل، وعندئذ كلّما ارتطم جُسيم ضوئي (الفوتون) بإلكترون في السيليكون، مُنِح طاقة كافية تحرّره وتدفعه للتحرّك في السلك.



> نجح الباحثون في تنشيط خصائص التوصيل الكهربائي للسيليكون مع الغاليوم والليثيوم.

كان هذا المبدأ قد سُجّل كبراءة اختراع قبل عشر سنوات من طَرَف باحث آخر من مختبرات مؤسسة "بيل". باختيار الغاليوم والليثيوم كشوائب استطاع هذا الباحث، من الناحية النظريّة، تحويل ما يناهز ٢٣٪ من الطّاقة الشمسيّة إلى كهرباء. لكن العثرات تراكمت في تلك الفترة، ولم تكن الاتصالات الكهربائيّة مستقرّة، وكان الليثيوم يتنقّل بمرور الزمن ويحفزّ بذلك النشاط الكهربائي في أعماق السيليكون، في منأى عن الأشعّة الشمسيّة، إلّا أنّ مؤسسة "بيل" نَفَد صبرها في نهاية المطاف، ذلك لأنّ منافسها، وهو مؤسسة "آر سي اي" RCA أخذت تفتخر باختراع مذهل: وهي البطّاريّة الذريّة، التي تحوّل إشعاع العنصر المسمّى السترونشيوم ٩٠ (strontium 90) (وهو من النفايات المشعّة التي تنتجها المحطات النووية) إلى كهرباء.

شعر كالفن فولر بالإهانة، وتمكّن في النهاية من إجراء التّحسينات الحاسمة باكتشاف ثنائي الشوائب المثالي: هما الزرنيخ والبورون برقائق مجهريّة قريبة جدًّا من السطح. هذا الثنائي المتميّز أدّى -أخيرًا- إلى إرساء اتصالات كهربائيّة جيّدة مع السيليكون، وهكذا ارتفع الإنتاج بسرعة فائقة حتى وصل حاليًا إلى ٦٪، أي ما يقارب ٥٠ واطًا بالمتر المربع! إنّها نتيجة أدهشت الصحافيين ودفعت صحيفة النيويورك تايمز إلى الإعلان في عددها الصادر يوم ٢٦ أبريل ١٩٥٤ بأنّ تلك البطّاريّة الشمسيّة "قد تكون مدخلًا لعصر جديد يؤدّي إلى تحقيق أحد أعزّ أحلام البشريّة: إنّه الاستغلال اللامتناهي -تقريبًا- للطاقة الشمسيّة".



٨٧ على هذه المسطحات الخضراء التابعة لمختبرات "بيل" Bell (الصورة إلى اليسار)، شغّل تقني (الصورة أعلاه) البطّاريّة الشمسيّة الأولى. لقد طوّرها الفيزيائيّان ج. بيرسون G. Pearson ود. شابين D. Chapin مع الكيميائي س. فولر C. Fuller (الصورة أدناه). وأنتجت تلك البطّاريّة في ذلك الوقت ٥٠ واطًا بالمتر المربع.

الطاقة الفولتضوئية، صناعة مزدهرة

الفولتضوئيّة هي الطّاقة الأولى بالنظر إلى معدّل نموّها السنوي، إذ إنّها تستفيد من جيل جديد من الخلايا الشمسيّة. لا يزال إنتاج الوحدات الشمسيّة مركَّزًا في آسيا، لكنّه أصبح رهانًا استراتيجيًا.



خلية فولتضوئية صلبة (العام ١٩٦٠)

الطاقة الفولتضوئية تغزو العالم: سبعة تواريخ بارزة

١٩٥٨ خلايا تغذّي قمرًا صناعيًّا أمريكيًّا

١٩٧٢ تغذية موقع منعزل (النيجر)

١٩٧٣ المنزل الشمسي الأول (الولايات المتحدة الأمريكية)

١٩٨٢ المحطّة الشمسيّة الأولى الموصولة بالشبكة (سويسرا)

١٩٨٣ السيارة الشمسيّة الأولى (أستراليا)

١٩٩٥ ازدهر تثبيت الخلايا الشمسيّة على السطوح (ألمانيا، اليابان)

٢٠٠١ أنجزت الطائرة إليوس Helios الرحلة الشمسيّة الأولى طويلة المدّة

كانت خلايا الجيل الأول صلبة وذات مردود أعلى من خلايا الجيل الثاني...

كان المردود –أي نسبة الطّاقة الشمسيّة المحوّلة فعلًا إلى كهرباء– منخفضًا جدًّا في بداية الأمر، لكنّه ارتفع تدريجيًّا، وهكذا يتراوح متوسّط مردود ألواح الجيل الأول اليوم بين ١٥ و ٢٠٪. تشكّل هذه الألواح ٩٠٪ من السوق.

٦٠٪

إنّها حصّة الصين في إنتاج الوحدات الضوئيّة عالميًا (حوالى ٨٠٪ بالإجمال بالنسبة إلى آسيا). ١٣٪ فحسب من تلك الوحدات تنتجها اليوم البلدان الأوروبيّة.

M.KONTENTE

اليوم المنتظر | وقائع وأرقام | البحث | الآفاق

١٠٠ جيجاواط

إنّه مجموع الطّاقة المتراكمة في العالم خلال العام ٢٠١٢. حتى لو كان هذا لا يمثّل سوى ٠,٥٪ من المزيج الكهربائي العالمي، فهذا الشكل من الطّاقة هو الذي يشهد النموّ الأهم بمعدل ٥٠٪ في السنة.

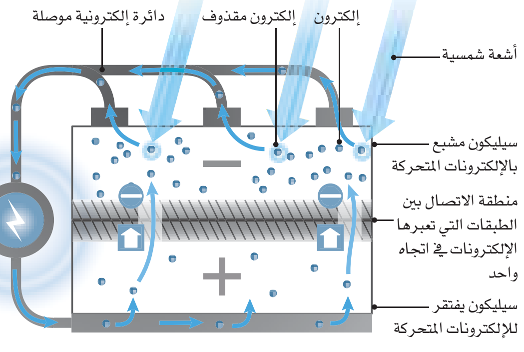
ألمانيا، القوّة الشمسيّة الأولى أمام الصين

جمعت ثمانية بلدان نسبة ٨٠٪ من القوّة الشمسيّة خلال العام ٢٠١٢ : هناك ألمانيا في الطليعة بـ ٧٦٠٠ ميجاواط، وتتبعها الصين (٥٠٠٠ ميجاواط)، وإيطاليا (٣٦٠٠ ميجاواط)، والولايات المتحدة الأمريكيّة (٣٣٠٠ ميجاواط)، واليابان (٢٠٠٠ ميجاواط)، وفرنسا، والهند مع أستراليا (١٠٠٠ ميجاواط). تمثّل أوروبا في هذه التقديرات ٦٩٪ من المجموع العالمي، أمام الصين (٨,٣٪). تعدّ ألمانيا في المقدّمة من دون منازع، إذ أنتجت خلال العام ٢٠١٢، نسبة ٢٦,٨٪ من المجموع العالمي.



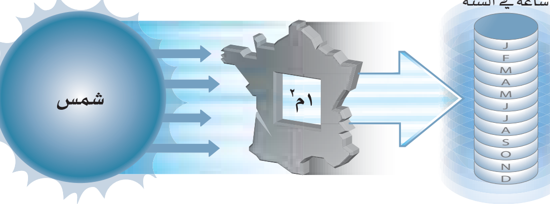
كيف يحوّل السيليكون الضوء إلى كهرباء

بين طبقتين من السيليكون –الأولى غنيّة بالإلكترونات والثانية تفتقر إليها– هناك حاجز يجبر الإلكترونات على التحرّك باتجاه معيّن (نحو الأعلى). يطرد الضوء الإلكترونات التي تنجذب نحو المنطقة الثانية، سالكةً الدائرة الكهربائيّة لتصل إليها.



قدرات لا تنضب تقريبًا

في فرنسا، يتلقّى ١ متر مربع من سطح الأرض معدل ١,٣ ميجاواط ساعة من الطّاقة الشمسيّة في السّنة، وتكفي لوحة طول ضلعها ٢٣ كم لتنتج خلال السنة ما يعادل إنتاج كلّ المحطّات الفرنسيّة مجتمعةً.



خلية فولتضوئية من نوع CIGS

مضاد للانعكاس

شبكة موصلة

موصل شفاف مكوّن من أكسيد الزنك

طبقة كبريتيد الكادميوم (–): CdS (–)

طبقة CIGS (+): نحاس، إنديوم، غاليوم، سيلينيوم

طبقة موصلة عاكسة

حامل مرن من الفولاذ المقاوم للصدأ

خلية فولتضوئيّة مرنة (نهاية السبعينيات الميلادية)

... تتميز خلايا الجيل الثاني بمرونة أكبر في الاستعمال

معدّل مردود ألواح الجيل الثاني يتراوح بين ٥ و ١٤٪ (بحسب المواد المستعملة)، إلّا أنها في المقابل أكثر نحافة ومرونة وخفّة، ولذا فهي أكثر تكيّفًا مع العديد من الدعائم وتكلفة إنتاجها أرخص.

الطاقة الفولتضوئيّة،
تحدّيات الجيل الثالث

الطّاقة الفولتضوئية باهظة الثمن ومتقطعة، ولذا فهي تتعرّض لكثير من الانتقادات، ويرتبط تطويرها بقدرة الصناعيّين على الرد على تلك الانتقادات. كيف ستعالج "الثورة الفولتضوئية الثالثة" هذه المعوقات؟ دعنا نتعرّف إلى هذه القضايا.



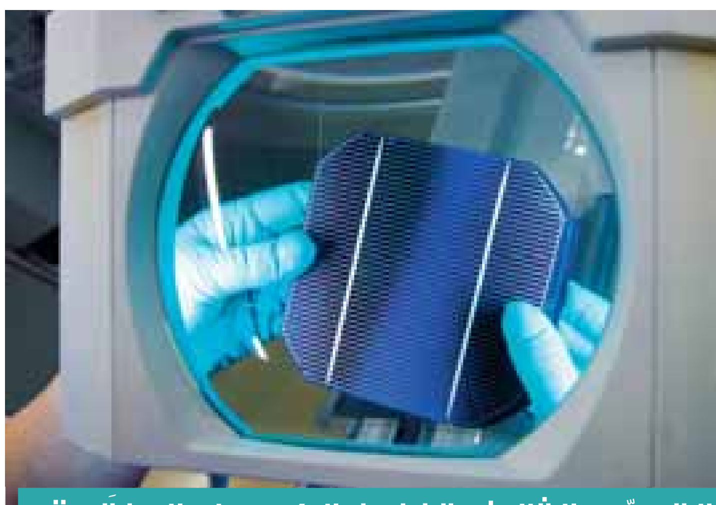
التحدّي الأوّل: خفض تكلفة الألواح

تعاني الطاقة الفولتضوئية من تكلفتها الباهظة: من ١٠٠ إلى ٢٠٠ يورو/ميجاواط ساعة مقابل ٦٠ يورو -تقريبًا- للكهرباء من مصدر نوويّ. كما يشكّل ثمن الوحدات الذي يبلغ ٧٠٠ يورو/كيلوواط جزءًا كبيرًا من التحدي. كيف نخفّض تلك التكلفة؟ في البداية باستعمال وسائل مخفضة الطّاقة: نحتاج من ٣٠٠ إلى ٤٠٠ كيلوواط ساعة لإنتاج متر مربّع من الخلايا الفولتضوئيّة. وهو "دَيْن" يحتاج إنتاج اللّوح من سنتين إلى ثلاث سنوات لتسديده. نتوقع مكاسب في الطّاقة بفضل وضع خلايا جديدة تسمّى "خلايا متعدّدة الوصلات"، ونتيجة خفض سماكة الشرائح وبلوغ درجة قصوى في تحسين كلّ العمليّات الصناعيّة ... وهكذا، فإن ثمن الوحدة كان ينخفض ابتداءً من السبعينيّات الميلادية بنسبة ٢٠٪ كلّما تضاعفت القوّة المتراكمة المُنتجة. تساعد الخلايا رقيقة الطبقات على انخفاض التكاليف. لا وجود الآن للقطع السميكة من السيليكون التي تحتاج إلى التجزئة، بل أصبحت هناك عناصر يتم تركيبها "بالكيلومتر".

التحدّي الثاني: زيادة المردود

يمكن أن نخفّض تكلفة الطاقة الفولتضوئية بزيادة المردود أيضًا. لكن من الصعب أن نلتقط كميّة قصوى من الطّاقة الشمسيّة مع العلم أنّ الأشعّة تغطّي مجموعة جدّ واسعة من الأطوال الموجيّة المختلفة في الوقت الذي لا تمتص فيه الخلايا سوى كميّة ضئيلة من هذه الأشعة، ومن ثمّ، نحتاج إلى مضاعفة فرص التفاعل. في المختبر، يصل مردود خلايا من السيليكون من بلورة منفردة حتى ٢٥٪ وذلك بوضع الوصلات الكهربائيّة مثلًا وراء الوحدة ليكون الحجم بأكمله معرّضًا للضوء، ومن السبل الأخرى: إدخال نتوءات نانويّة تحبس الضوء من خلال انعكاسات متعدّدة، تزيد من معدّل الامتصاص ("سيليكون" أسود)، أو توسيع مجموعة أطوال الموجات المتصّة بِرَكْم المناطق النشطة كهربائيًا، كلّ واحدة منها تمتصّ في مجال مختلف (وهكذا توصّل مختبر "إلكترونيات وتقنية الإعلام" في هيئة الطاقة الذرية CEA-Leti في مدينة غرونوبل Grenoble (فرنسا) إلى مردود بلغت نسبته ٤٤,٧٪).

L.LEUNG/FEATURE CHINA/ROPI-RÉA - P.LANGROCK/ZENIT/LAIF



التحدّي الثالث: تخزين الكهرباء المنتَجة

تعاني ألواح الخلايا الفولتضوئيّة عيبًا آخر: لا تعمل إلّا عندما تكون الشمس مشرقة، مع أنّ الاستهلاك يصل إلى ذروته في بداية المساء، ولذا ينبغي تخزين الكهرباء التي تم إنتاجها. بطبيعة الحال يمكننا أن نخزّنها في البطاريّات الكلاسيكيّة، أو نضخ الماء خلال الفترة المشمسة، واستعمالها لاحقًا كمورد للطّاقة الكهرومائيّة. كما يمكن تخزين تلك الطّاقة على شكل هيدروجين: ألصق الألمان السّنة الماضية على خليّة ضوئيّة طبقة من أكسيد المعادن (BiVO4) تعمل عمل المصعد (الكيميائي) وتكسر -بفضل مادة محفّزة- جزيئات الماء، ما يسمح بتخزين (على شكل هيدروجين) حوالي ٥٪ من الطّاقة الشمسيّة التي تم امتصاصها. هذا قليل! وفي هذا السياق يذكّر دانيال لانكوت Daniel Lincot، مدير معهد الأبحاث والتنمية حول الطّاقة الفولتضوئيّة، أنّ: "لتغيير توقيت استهلاك منزل والتخفيف من الذروة، تكفي ٢٠ كيلوواط ساعة، أي ما يقارب قدرة بطّاريّة سيّارة كهربائيّة، ومن ثمّ يمكن أن تقوم بطّاريّة السيارة بعمل التخزين للشبكة المنزليّة".

التحدّي الرابع: إدارة مرافق جدّ مشتّتة

تتطوّر الألواح الفولتضوئيّة بالاندماج في كلّ الأماكن المتاحة (سطوح منازل، واجهات، ...إلخ) ومن ثمّ يمكن للإنتاج والاستهلاك أن يتمّا في المكان نفسه تقريبًا، ما يقلّص الخسائر التي تتسبّب فيها عمليات النقل... شريطة أن تتكيّف الشبكات مع تشتّت من هذا النوع، ذلك لأنّه ليس من الضروري استهلاك الكهرباء المنتَجة في مكان إنتاجها، وهذا ينطبق على غالبيّة الكيلوواط الساعيّة الشمسيّة المنتَجة التي تأتي من محطّات الطّاقة الضوئيّة، والملاحظ هنا أنّ الشبكات الفرنسيّة قد صمّمت بوجه خاص لتوزيع الكهرباء التي تنتجها بعض الإنشاءات الضخمة، وعليه يكمن الرهان الكبير في جعلها أكثر "ذكاء"، أي قادرة -على المستوى المحلي- على القيام بتكييف دائم بين الإنتاج والاستهلاك المتقلبّن. كلّما كانت الشبكة ذكيّة وفي موضعها المناسب، تقلّصت حاجتنا لتخزين الكهرباء. يشرح دانيال لانكوت (المنتسب أيضًا لمعهد الأبحاث والتنمية حول الطّاقة الفولتضوئيّة) قائلًا: "عندما نشغل مجموعة وسائل إنتاج خاضعة لأزمنة مختلفة، مثل طاقة الرياح أو الطّاقة الشمسيّة، يزول مفعول التأثيرات المرتبطة بالتقطع ونصل إلى مستوى جدّ مرتفع من القدرة على التوقّع. توضيح بسيط: الغيمة لا تمرّ في اللّحظة نفسها في كلّ مكان، ولذا يمكن لشبكة مصمَّمة جيّدًا أن تجد الوضعيّة الأنسب بصورة طبيعيّة".

المشكلة الواهية الخاصّة بإعادة تدوير الألواح

إنّه قول يردّده كثيرون: الألواح الشمسيّة ليست قابلة للتدوير. يقول أحد العاملين في مجال ألواح الخلايا الفولتضوئيّة غاضبًا: "هذا خطأ. صناعة الطاقة الفولتضوئيّة مثال يحتذى به في هذا المجال"، فهو يعدّ هذا القول جدلًا عقيمًا ظهر للحدّ من ازدهار الطّاقة الشمسيّة، وفي هذا السياق، ستُعطى -ابتداءً من العام ٢٠١٨- تعليمات على المستوى الأوروبي موجّهة إلى المنتجين تقضي بجمع الألواح المستعملة وإعادة تدويرها أو تثمينها. تسمح التقنيات الحاليّة بإعادة تدوير من ٨٠ إلى ٩٠٪ من مجمل الألواح. والملاحظ أنّ الزجاج لا يطرح مشكلة في هذه العمليّة، لكن تبقى الوحدات التي ينبغي تسخينها لحرق البوليمر (الذي يغلّف العناصر) أو طحنه ومعالجته كيميائيًا لاستخراج المواد منه. يكمن التحدّي -خاصّة- في التوصل إلى استعادة المكوّن الرئيس (السيليكون) بسعر لا يُضاهى. في نهاية المطاف، من المتوقّع أن تستفيد الصناعة من ذلك لأنّ العناصر النادرة التي ستعود وتدوّرها بهذه الكيفية (الإنديوم، التيلوريوم، الجرمانيوم، السيلينيوم، الكادميوم...) لها أهميّة استراتيجيّة في مجال الإلكترونيّات على الصعيد العالمي.



الاقتصاد، فرنسا بلد مشمس؟ هذا ليس كافيًا...

فيما يتحوّل الجميع إلى الطّاقة الشمسيّة، نجد فرنسا لا تزال متأخّرة في هذا القطاع. إنّه قطاع استراتيجي، ورغم ذلك لن يتحقّق شيء من دون إرادة سياسيّة.

تم تسريح أعداد غفيرة من العمال، مشروعات مجمّدة، صناعيّون قلقون... عندما ننظر من فرنسا إلى انطلاق صناعة الطاقة الفولتضوئيّة يبدو الأمر ضعيفًا، غير أنّ الشجرة لا ينبغي لها أن تخفي الغابة. على مستوى المعمورة، فبعد عشرات السنين من تجاهل الطّاقة الشمسيّة ندرك أنّ هناك إقلاعا يحدث الآن. إنّه إقلاع مذهل. الأرقام صارخة: بمعدّل نموّ سنويّ متوسّط يتراوح بين ٤٠٪ و ٥٠٪، فمن الواضح أنّ الطّاقة الفولتضوئيّة تتطوّر بسرعة تفوق سرعة نموّ الطّاقات الأخرى. لقد انطلق إجمالي الطّاقة الشمسيّة المعتمدة في العالم من بضع مئات الميجاواط في بداية هذا القرن حتى تجاوز الآن مئة جيجاواط، ورغم أنّ هذا لا يكاد يمثّل ٠,٥٪ من إنتاج إجمالي الكهرباء إلّا أنّ الارتفاع يبدو من الآن وصاعدًا لا يقاوَم حتى لو كانت هناك بعض المعوقات في الطريق.

هذا الارتفاع ليس وليد المصادفة على الإطلاق. إنّه نتيجة قوة إرادة بعض البلدان، وفي طليعتها: ألمانيا، واليابان، وإيطاليا، والصين، إرادة استثمار طاقة تتّسم بكلّ المزايا الجيّدة على الورق: إنّها مجانيّة، ولا يطرح إنتاجها لا غازًا بتأثير الدفيئة، ولا تشكّل أيّ متاعب من ناحية السلامة. عيبها الوحيد، والكبير هو ثمنها، لأنّه جدّ مرتفع بالنسبة إلى ثمن الوقود الأحفوري. من هنا خطرت الفكرة في ألمانيا وإيطاليا وفرنسا ابتداءً من العام ٢٠٠٦، بتعويض هذا العائق بفرض تعرفة شراء هذه الطّاقة مشجعة للإنتاج. في العام ٢٠٠٩، فرضت فرنسا على شركة كهرباء فرنسا (EDF) شراء كلّ ميجاواط ساعة أُنتج في منشآت أرضيّة بمبلغ يمكن أن يصل إلى ٣١٤ يورو، بل حتى ٥٨٠ يورو بالنسبة إلى الألواح الشمسيّة المندمجة في البنايات، بينما يتم التفاوض حول سعر الميجاواط الساعة نفسه في أسواق الجملة حين يقارب الـ ٥٦ يورو، وهذا الفارق يدفعه في نهاية المطاف المستهلكون من خلال المساهمة في الخدمة العامة الخاصة بالكهرباء.

توقّف عنيف...

هذا "الكرم" هو بمستوى التحدّي الذي وضعته تلك البلدان. لفرنسا، قضى التحدّي بتركيب قوة طاقة فولتضوئية تبلغ ٥,٤ جيجاواط، ابتداءً من العام ٢٠٢٠، أي ما يعادل قوة ٥ مفاعلات نووية. تتوقع ألمانيا، الحريصة على المحافظة على تقدمها في مجال يعتبر استراتيجيًا، الوصول إلى إنتاج ٥٠ جيجاواط في التاريخ نفسه... ١٠ مرّات أكثر من فرنسا! إلّا أنّ تلك الآليّة بدت أكثر فعاليّة مما كان متوقّعًا: في فرنسا، ازدادت بين ٢٠٠٨ و٢٠٠٩، طلبات الشراء من شركة كهرباء فرنسا" فانتقلت من ١٨ ألفًا إلى ٨٠ ألف طلب، وازدادت الطّاقة من ٨٥ إلى ٤٦٧٠ ميجاواط - ذروة (MWc)... أي أنّ الكميّة تضاعفت بخمسين مرّة! دقّ علماء الاقتصاد المسؤولون في فريق شاربان Charpin -المفوّض من الحكومة في العام ٢٠١٠- ناقوس الخطر: لقد كتبوا النّص الآتي في تقريرهم: بهذه الوتيرة، ستصل التكاليف المسجَّلة في فاتورة الكهرباء قريبًا مبلغ ١,٥ مليار يورو في السنة، أي ما يقارب الـ ٦٠ يورو لعائلة تستخدم الكهرباء في التدفئة، وهذا لتمويل الألواح المصنوعة بشكل خاص في آسيا، فالصين قد استثمرت بكثافة في هذا الاختصاص بفضل سياسة أسعار لا تُضاهى، ما أجبر مؤسّسات غربيّة عديدة على التوقف عن العمل في هذا المجال، مثل: الصانع العالمي الأول الألماني كيو سيلز (Q-Cells) في أبريل ٢٠١٢، أو المنتج الفرنسي الرئيس فوتوواط (Photowatt) الذي أنقذته شركة "كهرباء فرنسا" حين كان في رمقه الأخير.

في فرنسا، كانت ردّة فعل الدولة عنيفة. صدر حكم يمنع -لمدّة أشهر- قيام أيّ منشأة صناعيّة جديدة، مع خفض سريع للائتمان الضريبي للأفراد، وتعديل لمعدّلات الشراء التي انهارت بنسبة تجاوزت ٥٠٪ خلال ٣ سنوات. ماذا كانت النتيجة؟ يقول دانيال لانكوت (مدير الأبحاث في المركز القومي للأبحاث العلميّة الفرنسي CNRS وفي معهد البحث والتنمية حول الطّاقة الفولتضوئيّة) متأسّفًا: "تعرضت هذه الصناعة في فرنسا لهزة قوية لم تتعافى منها لحد الآن".

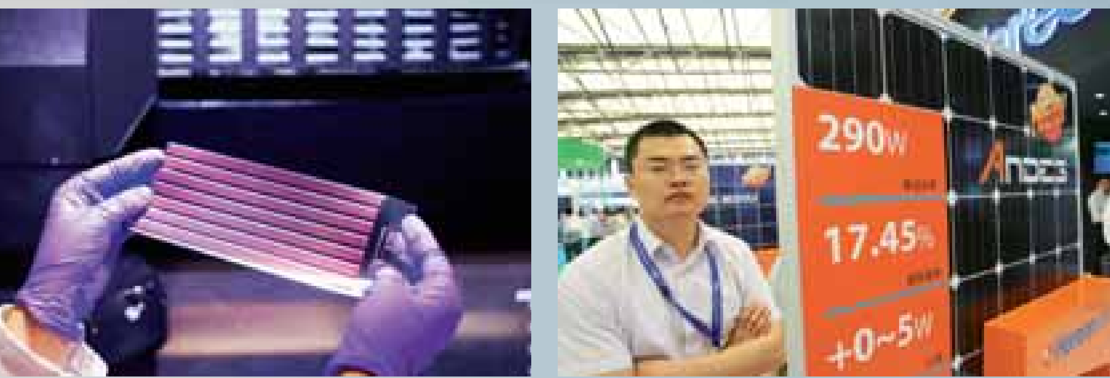
في أوروبا، استقرّت القوة التي أرسيت حديثًا في مجال الطّاقة الشمسيّة بين ١٥ و٢٠ جيجاواط في السنة، وهي تتقدّم سريعًا في البلدان الصاعدة. وبالموازاة مع ذلك ثمة ←



^ ...عندما يعلن الألمان عن ظهور قوّة ضاربة تُقدَّر بـ ٥٠ جيجاواط ابتداءً من العام ٢٠٢٠!

D.SCHOENEN/IMAGEBROCKER/CORBIS - WENG LEI/AFP - ALLARD/RÉA - POL EMILE/SIPA

> لا ينبغي تشغيل محطة تول روزيير Toul-Rosières (لورين) في نهاية العام ٢٠١٢ أن يخفي مشكلات المؤسّسة الفرنسيّة: فقد خسرت ٤٥٪ من قواها العاملة بين العامين ٢٠١٠ و ٢٠١٢ .



^ في فرنسا ضعف قطاع الطّاقة الفولتضوئية كثيرًا، خاصة بسبب تدفّق المكوّنات الصناعيّة الصينيّة بأسعار منخفضة، وبسبب نهاية الائتمان الضريبي المخصّص للأفراد...

^ ...يبحث قطاع الطّاقة الفولتضوئية في فرنسا عن خلاصه في ألواح الفولتضوئية من الجيل الثاني والثالث، لأنّها أكثر مرونة ونحافة، وأقلّ ثمنًا.

← في فرنسا نوعٌ من انعدام الثقة أدّى إلى وصل كميّة لا تزيد على ٦٠٠ ميجاواط بالشبكة في العام ٢٠١٣. وأكثر المنشآت تضرّرًا هي المنشآت الضخمة، وهذا رغم تشغيل محطة تول روزيار (Toul-Rosières) في اللورين (Lorraine) بقدرة ١١٥ ميجاواط ساعة-في نهاية العام ٢٠١٢. تبيّن أرقام وكالة "البيئة والتحكّم في الطّاقة" أنّ المؤسّسة الفرنسيّة فقدت بين العامين ٢٠١٠ و ٢٠١٢ نسبة ٤٥٪ من قواها العاملة، واستمرّ الوضع المأساوي حتّى العام ٢٠١٣ رغم التدابير الطارئة التي اتّخذتها الحكومة: بلوغ ١ جيجاواط في المشروعات الجديدة سنويًّا، إطلاق مناقصات لتشييد منشآت ضخمة، أسعار شراء الطّاقة بمراعاة المصدر الأوروبي لمكوّناتها. لعل القانون المستقبليّ حول انتقال الطّاقة سيأتي ببعض الانفراج؟ لكن الذاكرة لا تزال حيّة بخصوص المحاولة الأولى الفاشلة التي تمت في السبعينيّات من القرن الماضي عندما كانت فرنسا في المقدّمة واختارت آنذاك الطّاقة النووية.

هل سنفوّت مرّة أخرى الفرصة؟ يحذّر دانيال لانكوت الذي يَعدُّ أنّ انطلاق الطّاقة الفولتضوئية على الصعيد العالمي أمرٌ لا رجعة فيه، قائلًا: "فيما نتشاجر في فرنسا بشأن أسعار شراء هذه الطّاقة، وبشأن عامل تقطعها ومشاكل تخزينها... نحن لا ندرك أنّها تتطوّر بشكل معتبر في أماكن أخرى" والسبب هو: حجة السعر بدأت تتهاوى. ذلك لأنّ سعر المكوّنات انخفض بقوّة إلى حدّ أنّ الطاقة الفولتضوئيّة قد تنتج اليوم في بعض البلدان بثمن يعادل -بل حتى أقل من- سعر الكهرباء الموزّعة في نهاية خطوط الشبكة الكهربائيّة. إنّه مستوى تعادل تم التوصل إليه في ألمانيا، ومن المتوقّع بحسب نقابة الطاقات المتجدّدة، أن يصل إليه جنوب فرنسا ابتداء من العام ٢٠١٥.

في طليعة التقنية

للمواطن العادي، سيصبح استهلاك الكهرباء التي تُنتَج فوق سطح منزله مربحًا عمّا قريب، حتى من دون مساعدة السلطات العموميّة، وفي هذا السوق الجديد تتمتّع فرنسا بميزات إيجابيّة لا بدّ من استغلالها. يتحمّس دانيال لانكوت قائلًا: "تُقدَم مؤسّستنا دائمًا بطريقة سلبيّة، فيما نملك جواهر حقيقيّة مع مؤسّسات في الطليعة". لقد عدّ تقرير شاربان في العام ٢٠١٠ الصناعة الفرنسيّة متأخّرة لكنّها الآن تقود الحركة في موضوع الجيل الثاني من الألواح المصنوعة من السليكون ذات الطبقات الرقيقة. تسمح هذه التطوّرات بخفض التكلفة مرّة أخرى، وبالتوصّل إلى هدف المؤسّسة الحقيقي: النزول بحلول العام ٢٠٢٠ إلى أقل من ٥ سنْت من اليورو للكيلوواط الساعة، وهي عتبة تناسب ثمن الكهرباء حين صدورها من المحطة المنتِجة (وليس في نهاية الشبكة) من قبل أشكال الكهرباء الأكثر منافسة.

أمام هذه الرهانات، أعلن فرانسوا هولاند (الرئيس الفرنسي) في يناير ٢٠١٤ عن رغبته في إنشاء مصنع عملاق مع ألمانيا -لمنافسة الصين- قادر على إنتاج بين ١ و ٥ جيجاواط من الخلايا الفولتضوئية في السنة. ذلك لأنّه إذا استمرّ التقدّم على مستوى المعمورة -بالوتيرة الحالية- فيمكن أن تُشَيَّد نحو ١٠٠ جيجاواط من المنشآت الجديدة كلّ سنة ابتداء من العام ٢٠٢٠. هذا التقدّم سيرتبط ازدهاره كثيرًا بمدى دعم السلطات العموميّة وبسعر الطاقات الأخرى، سيما النفط والغاز لأنّ مخزونهما "غير التقليدي" قد يساهم مرّة أخرى في انهيار الأسعار.

هذا أمر واضح لأنّ المنافسة بين الطّاقات ستحدث فعلًا على مستوى تلك الأسعار، ومن ثمّ تأتي ضرورة تخفيض تكلفة التصنيع وتأمين وسائل تمويل مبتكرة، مع العمل في اتجاه تحسين الجانب الجمالي ودمج الألواح الفولتضوئية لتصبح مقبولة بصورة أفضل لدى الزبون، وهكذا يتعيّن على المهندسين وعلماء الاقتصاد والمعماريين العمل متعاونين لتكون الطّاقة الفولتضوئية إحدى أبرز الطاقات في القرن الحادي والعشرين. ■

في مجلة العلم والحياة (Science & Vie)

"هل سنتعلّم ذات يوم استعمال الطّاقة الشمسيّة؟" قبيل اندلاع الحرب العالميّة الثانية، بدأت مجلّة "العلم والحياة" تتساءل عن الإمكانات اللامتناهية -تقريبًا- التي تقترحها هذه الطّاقة (مجلة العلم والحياة، العدد ٢٦٨). لم تنتج الخليّة الفولتضوئية الأولى -المصنوعة من أكسيد النحاس- آنذاك سوى ٠,٥ واط بالمتر المربّع، لكن بعد ٣ سنوات (العدد رقم ٢٩٦)، قدّمت مختبرات بيل (Bell) خلايا من السيلينيوم والبلاتين توصّلت إلى إنتاج ٢ واط بالمتر المربع، وهكذا -من حسن إلى أحسن- توصّلت تلك المختبرات إلى ابتكار البطّاريّة الشمسيّة الأولى خلال العام ١٩٥٤، ومنذ ذلك الحين، بدأ يتجسّد الحلم بتحويلها إلى الطّاقة الأولى في العالم. في العام ١٩٧٤ -عند مواجهة أزمة الطّاقة- تصورت مجلة "العلم والحياة" أن الضوء قادر على أن يحلّ مكان الطّاقة النووية شريطة تخفيض التكلفة. في العام ١٩٧٧، تحمّست المجلّة لمشروعات تركيب مرافق الاستقبال الشمسيّة في الفضاء لالتقاط أشعّة الشمس على مدار اليوم، والجدير بالملاحظة أنّه في سبتمبر ١٩٨٩، كانت فرنسا "تستخدم القوّة الضاغطة النوويّة، وتغط في سباتها ففاتها التوجه الجديد المؤدّي إلى استثمار الشمس" وكان ينبغي أن ننتظر شهر مايو ٢٠٠٩، لتكتب مجلة "العلم والحياة" في ملفّها الرئيس: "وأخيرًا، يمكننا الآن أن نصدّق".

F.G.



(1) 60 ANS APRÈS LA PREMIÈRE "PILE SOLAIRE": QUEL AVENIR POUR L'ÉLECTRICITÉ PHOTOVOLTAÏQUE?, Science & Vie 1159, PP 106-116
(2) EMMANUEL MONNIER



أكبر محطة شمسيّة تفتح وحدتها رقم ١

بعد ٣ سنوات من البناء، تم مؤخّرًا ربط الوحدة الأولى في محطة "إيفانبا دراي لايك" Ivanpah Dry Lake في كاليفورنيا (الولايات المتحدة الأمريكية) بالشبكة، وستتبعها وحدتان أخريان لتزويد أكثر من ١٤٠ ألف منزل بالكهرباء "النظيفة". أنشأت هذه المحطة شركات "أن آر جي سولار" NRG Solar و"برايتسورس إنيرجي" Brightsource Energy وجوجل Google، وتمتد مراياها العاكسة على مساحة ١٤ كلم[٢]، فتُركّز الطاقة الشمسيّة نحو أبراج حيث يدير الماءُ المتبخّرُ تُربينات تنتج الكهرباء. وبإنتاجها البالغ ٣٩٢ ميجاواط، تحتلّ هذه الوحدة المرتبة الأولى عالميًّا أمام محطتيّ: "سيغس" SEGS (٣٥٤ ميجاواط) و"سولانا" Solana (٢٨٠ ميجاواط)، اللتين تقعان في الصحراء نفسها. وتتميّز هذه الوحدة -أيضًا بكونها- تستهلك الماء بنسبة ٩٥٪ أقل من استهلاك المحطتين سابقتي الذّكر، وهذا بفضل نظام تبريدها عبر الهواء. **L.B.**



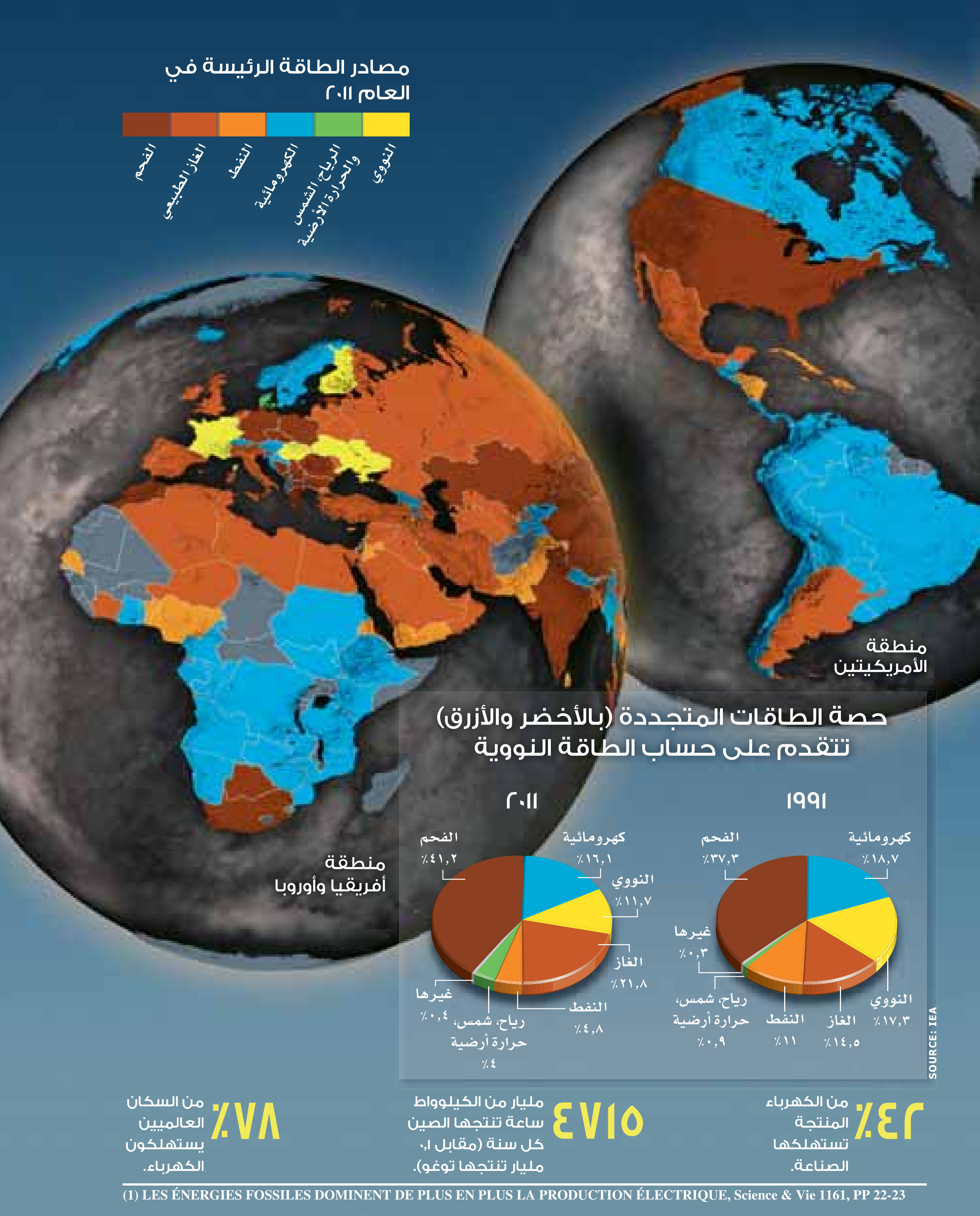
أخبار الطاقة

G.CIRADE - M.KONTENTE

تهيمن الطاقات الأحفوريّة أكثر فأكثر على الإنتاج الكهربائي[1]

الفحم والغاز الطبيعي هما اليوم مصدر الثلثين -تقريبًا- من الإنتاج الكهربائي. هذا ما أظهرته الأرقام الأخيرة التي نشرها البنك الدولي. إنّها نتيجة أتت لتؤكد النزعة خلال السنوات العشرين الأخيرة. يشرح جان أود موكومبل Jean-Eudes Moncomble، الأمين العام لمجلس الطاقة الفرنسي قائلًا: "شهدت أمريكا الشماليّة والصين تطوّرًا كبيرًا. في أمريكا الشمالية، حصل ازدهار في وسائل إنتاج الكهرباء بين ١٩٩٨ و ٢٠٠٢ ابتداءً من المورد الأساسي: وهو الغاز. أمّا في الصين، وعمومًا في آسيا، فكان الفحم في قلب التقدم المتعدّد الأوجه خلال العقد الأول من الألفيّة الثالثة". حدث ذلك قبل أن تؤدّي الأزمة الاقتصاديّة إلى توقف ذلك التطور.

التغيير الآخر البارز: الطاقات المتجدّدة. فرغم النِّسب التي لا تزال ضعيفة (٤٪) يذكّر موكومبل أنّها: "شهدت نموًّا مهمًّا، لأنّنا انطلقنا من موقع ضعيف للغاية". أمّا عن الطاقة النوويّة، المزوّدة الأساسيّة للكهرباء في فرنسا (بنسبة ٧٩,٤٪)، فإنّها "عرفت نهضة بين العامين ٢٠٠٦ و ٢٠١٠" قبل أن تعود وتشهد ركودًا بعد ٢٠١١ مع كارثة فوكوشيما. ينبغي أن نظهر الفروق الدقيقة لهذه النزعة: "مع أنّ الطاقة النوويّة تشهد توقفًا في أوروبا الشرقية وفي اليابان، إلا أن الصين والمملكة المتّحدة لا تزالان تنشئان المفاعلات". **B.Ro.**



(1) LES ÉNERGIES FOSSILES DOMINENT DE PLUS EN PLUS LA PRODUCTION ÉLECTRIQUE, Science & Vie 1161, PP 22-23

المُبْعدون بسبب المناخ[1]

بادر أحد سكّان جزر الكيريباتي (في المحيط الهادي)، المهدّدة بارتفاع الماء المرتبط بالاحترار العالمي، يطلب اللجوء "كلاجئ مناخي". هل سيتصدر لائحة طويلة؟

بقلم: جيروم بلانشار[2]

JUSTIN MCMANUS/THE AGE/FAIRFAX MEDIA/GETTY IMAGES

١ رفضت نيوزيلندا طلب اللجوء، لماذا؟

الجواب: أنّ إيوان تيتيوتا Ioane Teitiota، وهو مواطن من جزر الكيريباتي، يطلب وضعًا قانونيًّا كلاجئ مناخيّ، وهذا الوضع غير موجود في نظر القانون الدولي. بحسب اتفاقيّة جنيف، وضع اللّاجئ يخصّ -في الواقع- كلّ من يقع ضحيّة اضطهاد في بلاده "بسبب جنسه، أو دينه، أو جنسيته، أو انتمائه إلى مجموعة اجتماعيّة معيّنة، أو بسبب آرائه السياسيّة". إنّه وضع يحمي المهاجرين كثيرًا فيستفيدون في البلد الذي يستقبلهم من حقوق مشابهة نسبيًا لحقوق مواطني ذاك البلد. تكمن المشكلة في أنّه في شهر أكتوبر الماضي، عندما تقدم إيوان تيتيوتا، وهو في السابعة والثلاثين من عمره، بطلب لجوء إلى نيوزيلندا، لم يشر إلى أيّ سبب من الأسباب المدرجة في اتفاقيّة جنيف،

والواقع أنّ التهديد الذي يمنعه من العودة إلى بلده هو البيئة. يسكن إيوان مع أطفاله الثلاثة إحدى جزر جمهورية الكيريباتي، علمًا بأنّ معظم تلك الجزر ترتفع أقلّ من ١,٥٠ مترًا عن سطح المحيط الهادي، إلّا أنّ ارتفاع منسوب المياه (بسبب ذوبان الأنهر الجليديّة الناتج عن الاحترار العالمي) ستغرقها -لا محالة- في غضون القرن الحادي والعشرين.

لقد بدأ هذا الهجوم: يتآكل الخط الساحلي، وتنساب المياه المالحة إلى باطن الأرض فيتسمّم مخزون المياه العذبة. تصبح الأراضي غير صالحة للزراعة ويتعذّر أكثر فأكثر على السكّان الوصول إلى ماء الشرب. إنّ التهديد الذي يواجه إيوان تيتيوتا أمر واقع. لكن الحجّة لم تقنع السلطات النيوزيلندية

التي احترمت حرفيًّا اتفاقية جنيف: لا أحد في البلاد يهدّد حياة إيوان، لذلك لا تنطبق عليه قوانين اللجوء، وكلّ جواب آخر غير هذا سيكون غريبًا. ذلك لأنّ وضع تيتيوتا ليس مختلفًا عن وضع المئة ألف من الكيريباتيين الآخرين (سكّان الجزر) ففي حال منح وضع لاجئ مناخي فهذا سيفيد ضمنًا أنّ كلّ المواطنين الآخرين سيحصلون عليه أيضًا إلى جانب كلّ فرد آخر في العالم، يواجه تهديدًا من بيئته.



AFP /HO/MALDIVES

∧ رئيس جزر المالديف، دولة أخرى في خطر، يعمل وراء مكتبه في صورة صادمة توحي بالخطر الذي يهدد جزر المحيط الهندي.



٨ دعا هؤلاء السكان كثيرًا، لكن جزيرتهم تاراوا (Tarawa) محكوم عليها بصعود المياه شأنها شأن كلّ أرخبيل الكيريباتي.

٢ هل تعود الفيضانات فعلاً إلى التغيرات المناخية؟

الجواب: لا، الأمر ليس دائمًا كذلك. خذوا البنغلاديش مثلًا، في شرقي الهند (انظر الخريطة ص. ٨٩). البلد بكامله يُعتبر دلتا ضخمة، ٨٠٪ منه يقع على أقل من ١٢ مترًا فوق سطح البحر. كلّ سنة، خلال هبوب الرياح الموسمية، تغمر مياه نهر الغانج مساحة بنحو ثلثي مساحة البلاد، عندئذ يهجر مئات الآلاف من السكان أراضيهم ويلتجئون إلى المدن الكبرى، في انتظار انتهاء موسم الأمطار. تُعدّ الفيضانات الموسميّة أمرًا مألوفًا في مناطق الدلتا، لكن ما لم يعد مألوفًا هو تفاقم الظاهرة من سنة إلى أخرى. إنّ ارتفاع المياه يؤدّي إلى تآكل الأراضي فتقلّص المنحدر، ومن ثمّ يتباطأ جريان نهر الغانج. عند هبوب الرياح الموسميّة، تميل المياه المرتفعة إلى الركود في الدلتا، لكن هناك نقطة تفصيليّة غريبة: أشار تقرير "جييك" Giec (وهو "مجموعة الخبراء الحكوميين حول تطور المناخ")، الذي نشر في مارس ٢٠١٤، إلى أنّ "معظم الدلتّات الآسيوية الكبرى تغرق بسرعة تفوق سرعة ارتفاع منسوب مياه البحار" ومن ثمّ فلا بدّ من أنّ هناك سببًا آخر.

هناك ظاهرة لا علاقة لها بالموضوع فيما يبدو، تفسّر هذا الغرق الغريب: إنّه التلوّث الشديد لمياه الغانج. ذلك لأنّ التلوّث يجبر البنغلاديشيين على ضخ المياه العذبة من تحت الأرض للشرب وريّ المزروعات، إلّا أنّ اختفاء ملايين الأمتار المكعّبة من مياه باطن الأرض له تأثير ثانوي تعيس: فهو يتسبب في انخفاض مستوى سطح الأرض.

بعبارة أخرى، فالبحر يرتفع والبلد يهوي! في بنغلادش -كما في أماكن أخرى- يزيد الاحتباس الحراري الطين بلّة في المكان الذي أفسد فيه النشاط البشريّ البيئة إلى حدٍّ معيّن.

الهجرة المناخيّة بالأرقام

٣٤,٢ مليون نسمة يرحلون من مواطنهم سنويًا لأسباب اقتصاديّة أو سياسيّة أو مناخيّة.

٣٠ مليون نسمة هاجروا في العام ٢٠١٢ بسبب الكوارث الطبيعية.

١٣٦ مدينة ساحليّة يسكن كلًا منها أكثر من مليون نسمة مهدّدة بالفياضانات خلال القرن الواحد والعشرين.

٣,٢ ملم في السنة. إنّها السرعة الحاليّة لارتفاع مستوى سطح البحر.

٣ كم شخصًا معنيًّا؟

الجواب: كثيرًا ما يتردّد أنّ عدد مهاجري المناخ في العام ٢٠٥٠ سيكون نحو ٢٥٠ مليون نسمة، لكن لا يمكن أن نثق في هذا الرقم ثقة كاملة. في الواقع، تتراوح التقديرات، من دراسة إلى أخرى، بين ٢٥ و٧٥٠ مليونًا. لماذا هذا الفرق الشاسع بين التقديرات؟ لأنّ مدى تلك الهجرات الفعلي سيعتمد كثيرًا على الاحترار العالمي القادم، الذي نعجز عن تقديره بدقّة، وهكذا، فإنّ أدنى زيادة في درجة الحرارة ستؤدي إلى ارتفاع للمحيطات بعدّة سنتيمترات. هذه القضية تبدو تافهة إلّا أنّها قادرة على أن تجعل المياه تغمر آلاف الكيلومترات المربّعة الإضافيّة من المناطق المأهولة.

في دلتا النيل مثلًا، يؤثر ارتفاع للمياه بخمسين سنتيمترًا في ٤ ملايين نسمة، أمّا ارتفاعها بمتر ونصف فسيغرق منازل ٨ مليون مصري.

أمّا في الساحل، فالأمور تنقلّب حيث سيؤدّي الاحتباس الحراري إلى تحوّل أراضٍ زراعيّة إلى صحارى، ومن ثمّ، يضطر الفلاحون إلى البحث عن حياة في مكان آخر. في تلك الرقعة من إفريقيا، لا نعرف حتى عدد الأشخاص الذين طُردوا اليوم من أراضيهم بسبب ذلك التصحّر الزاحف. ماذا عند حلول العام ٢٠٥٠؟ المؤكّد خلال القرن الحادي والعشرين أنّ التدهور البيئي سيتسبب في طرد عشرات ملايين الأشخاص من مواطنهم (انظر الخريطة في الصفحة المقابلة) وعندئذ سينضمّ هؤلاء إلى التدفّق العالمي الشامل للمهاجرين. أصبح عدد المهاجرين اليوم ٩٥٠ مليون نسمة، من بينهم ٧٤٠ مليون نسمة يهاجرون داخل بلدانهم.



JONAS BENDIKSEN / MAGNUM PHOTOS

٨ في بنغلاديش، حيث ينتج عن الفيضانات دمار هائل، يستقبل كثير من المدارس التلاميذ على متن قوارب.

٤ هل يمكن الحدّ من تلك الهجرات؟

الجواب: أجل، يمكننا أن نحمي المدن من ارتفاع المياه، شريطة أن نملك الوسائل لتحقيق ذلك. ماليه Malé، عاصمة جزر المالديف (١٠٠ ألف نسمة، ومساحتها ٢ كلم²)، يحيط بها سور علوّه ٣,٥٠ متر أنقذها من التسونامي في العام ٢٠٠٤. وهناك جزء من مدينة لندن، يقع على ارتفاع أقل من ٤ أمتار، يمكن أن تغمره المياه. إذا بلغ ارتفاع المياه هناك ٥٠ سم فسيكون كل مركز لندن التاريخي مهددًا. لقد تم بناء سدّ متحرّك ضخم على نهر التايمز بلندن لعزل المدينة عن النهر في حال هبوب عاصفة، كما قام الهولنديون بالأمر نفسه في مدينة أمستردام وبنوا سدودًا على الساحل لحماية البلاد، وأمّا في بنغلادش، ونظرًا لغياب مثل هذه الوسائل المتقدمة فالفلاحون يتكيّفون مع الأحداث. نجد بعضهم يزرع حدائق عائمة، وهي عوّامات مليئة بالتراب حيث تزداد حظوظ المزروعات في الصمود عند حلول الطوفان القادم، وفي الساحل، تلك المنطقة الإفريقيّة الواقعة جنوب الصحراء الكبرى، يتعيّن على الفلاحين مواجهة تصحّر أراضيهم. كلّما فقدت الأراضي من خصوبتها، عجزوا تدريجيًّا عن تأمين القوت للعائلات طوال السنة. لذلك ينتقل الفلّاحون من الشباب للعمل في المدينة خلال موسم الجفاف. يسمح المال الذي يجنونه بفضل تلك الأعمال البسيطة بتأمين القوت لكلّ العائلة، وذلك في انتظار موسم الحصاد القادم، غير أنّ هذه "الهجرة المؤقّتة" لن تدوم إلى الأبد، وهذا أمر مؤسف. عندما يشتدّ التصحّر سيعجز الفلّاحون عن الاستفادة من أراضيهم، فيضطرون إلى الرحيل دون رجعة.

AFP / NARINDER NANU

> لمنع تدفق اللاجئين من بنغلاديش، بسطت الهند ٤ آلاف كلم من الأسلاك الشائكة على حدودها.

VINCENT CALLEBAUT

٧ ورقة زنبق الماء (Lilypad)، المدينة العائمة التي تضم ٥٠ ألف نسمة، تشبه جنة خاصة باللاجئين. جنّة لا تزال خيالية.



٥ إلى أين سيرحل سكّان جزر الكيريباتي عندما يختفي بلدهم؟

الجواب: وقّع الرئيس أنوت تونغ Anote Tong اتفاقيّة مع أستراليا ونيوزيلندا لتفادي سيناريو تداعيات كارثة تسونامي محتملة تجبر مواطني جزر الكيريباتي المئة ألف على الرحيل بصفة طارئة. يقوم برنامج "الهجرة بكرامة" على جعل الكيريباتيين مهاجرين ذوي امتياز ("هجرة-كيريباتي" I-Kiribati) "مؤهّلين" بتعلّمهم اللّغة الإنجليزيّة ومهنة تمكنهم من ممارسه نشاط في البلد الذي يستقبلهم. في مارس ٢٠١٢، اشترت حكومة كيريباتي أيضًا ٢٤ كلم٢ من الأراضي (أي مساحة أقل بـ ٣ مرّات من مساحة حدائق قصر فيرساي Versailles، فرنسا) في جزر الفيجي (Fidji) المجاورة، إنّها جزر أكثر ارتفاعًا عن سطح البحر وأقل خطورة. تستعمل تلك الأراضي كمزارع إضافية لاستبدال الأراضي القاحلة في الأرخبيل، لكنّها قد تستقبل -لاحقًا- قسمًا من سكّان جزر كريباتي.

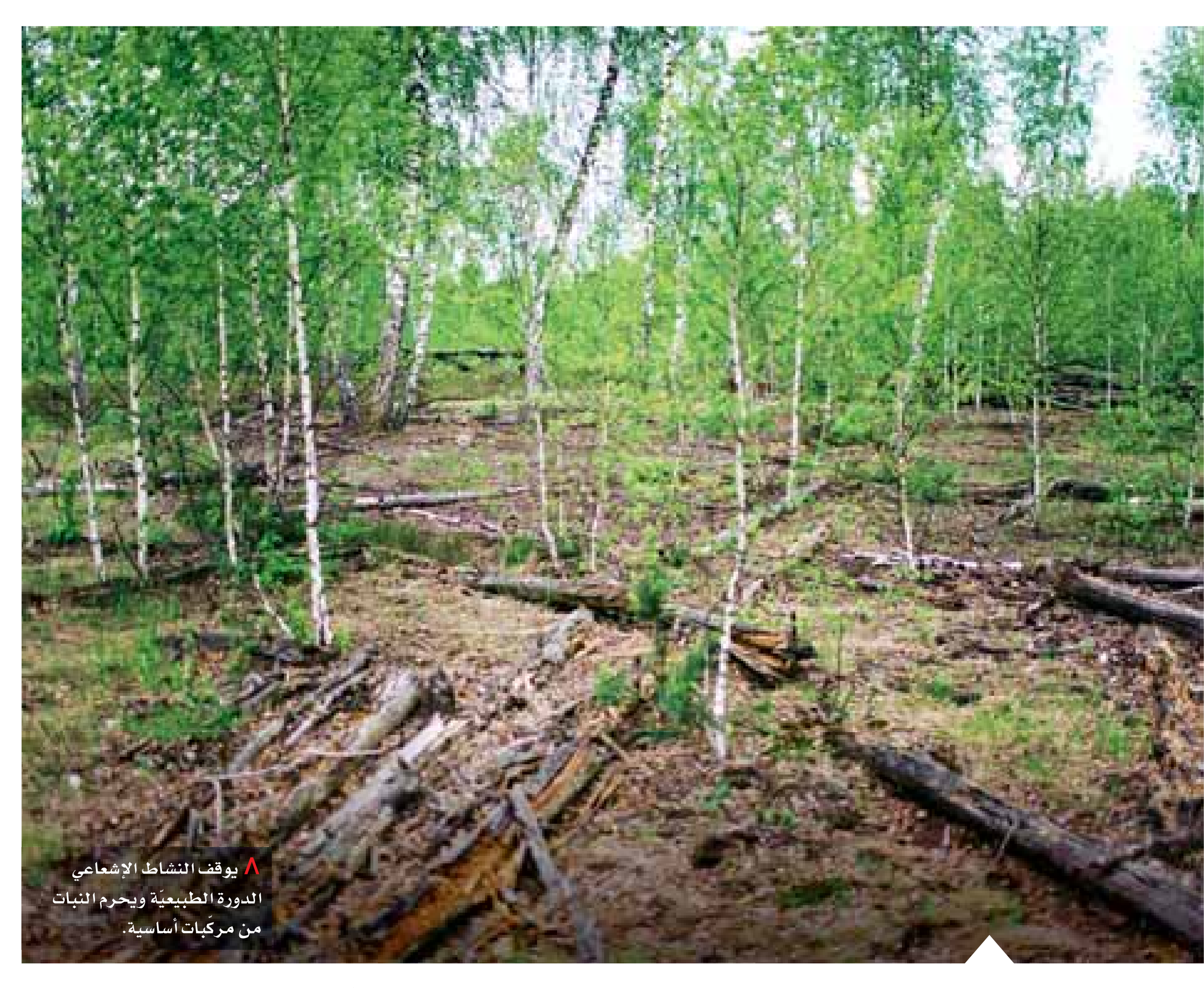
يبقى في النهاية خيار أخير، أكثر كلفة وطموحًا: يمكنهم أن يستبدلوا <جزرهم المرجانية> بجزر اصطناعية، مثل "ورقة زنبق الماء" Lilypad، وهي ثمرة خيال المهندس المعماري البلجيكي فينسانت كالبو Vincent Callebaut (انظر الصورة على اليمين). لا يملك الكيريباتيون المال الكافي لشراء جوهرة من هذا النوع، لكنهم قد يتمكنون من إقناع البلدان الصناعية، المسؤولة جزئيًا عن مأساتهم، بالتبرّع لتمويل المشروع.

إضاءة

الجزيرة المرجانيّة

هي نوع من الجزر يتألف من شعاب مرجانيّة ورمل يشكّل حلقة مستمرّة أو سلسلة جزر حول بركة داخليّة (أو هَوْر).

(1) LES EXILÉS DU CLIMAT, Science & Vie Junior 297, PP 22-25 (2) Jérôme Blanchart



٨ يوقف النشاط الإشعاعي الدورة الطبيعيّة ويحرم النبات من مركّبات أساسية.

A. BONIGOLI ALQUATI

في محيط تشيرنوبل... الغابة تصلّبت

أكوام من الأوراق الصفراء، وأغصان ميّتة، وأشجار تنمو ببطء... يُخيّل لنا أنّ المواقع المحيطة بتشيرنوبل قد تحجّرت، بعد ٢٨ سنة من انفجار محطة الطاقة النووية. لماذا؟ اختبر تيموثي موسو Timothy Mousseau (جامعة كارولاينا الجنوبيّة بالولايات المتحدة الأمريكية) ومعاونوه إحدى الفرضيات: نشروا في محيط للمحطة لا يتجاوز ٣٠ كلم، ٥٧٢ مجموعة من الأوراق الصفراء الصغيرة الجافّة من أشجار السنديان، والبلوط والقيقب والبتولا وإبر الصنوبر غير الملوثة بالنشاط الإشعاعي. وبعد تسعة أشهر، كانت الخسارة في الكتلة أقل بـ ٤٠٪ بالنسبة إلى النماذج التي وضعت في المناطق الأكثر تلوّثًا، ومن ثمّ فإن النشاط الإشعاعي يكبح عمل تحلّل البكتيريا والفطريات والحشرات التي تعيد تدوير هذه المادّة -عادة- إلى مكوّنات كيميائيّة ضرورية للنبات.

يشرح تيموثي موسو الوضع قائلًا: "إنه بالتأكيد أحد أسباب ضعف نموّ الأشجار. في المناطق التي يتفاقم فيها التلوث، لا ينبت سوى العشب إلى جانب بعض الشجيرات" وفي هذا السياق، تشكّل الأوراق الصفراء المكدّسة في سماكة ١٦ مترًا تهديدًا: ففي حال اندلاع حرائق، يمكن أن تنتشر العناصر المشعّة المتراكمة وتصل إلى الأراضي المأهولة.

V.E.



خيط الصيد يَحُلُ معضلة العضلات الاصطناعيّة

تُعدّ صناعة العضــلات الاصطناعيّة من أهــم رهانــات الصناعة والروبوتــات. تكمن المشكلة في كون العضــلات الاصطناعيّة التي صُمِّمــت حتى الآن من البوليمر أو من أنابيب الكربون النانويّة، مواد هشّة وباهظة الثمن.

اقــترح باحثــون في جامعــة تكســاس في دالاســ (الولايــات المتّحــدة الأمريكية) حلًّا آخــر، وهــو يتمثل في فكرة مذهلــة: استعمال خيــط الصيــد أو الخياطة، فقــد صنعوا من تلــك المــادّة عضــلات اصطناعيّــة رخيصة الثمن، وفي الوقــت نفسه ذات مقاوَمة عالية، لأنّ هــذا النوع مــن الخيوط قــادر على حمل كتلة مئة مرّة أكبر من العضلات البشريّة!

الطريقــة سهلــة نسبيًّــا: يكفــي أن نفتل ألياف النايلون أو البولي إثيلين polyethylene حول نفسها، ثــم نلفّها لنشــكّل نابضًا. تحت تأثير الحرارة، تنقبض تلــك العضلة الملتوية مثــل العضلات البشريّة (عندمــا نُسَخِّنها)، ثم ترتخي (عندما نبردها).

يتصــوّر الباحثون ملابس تتباعد أليافها لتمــرّر الهــواء عندمــا ترتفع الحــرارة، كما يتصــوّرون أبــواب تُقْفَــل مــن تلقــاء نفسها. بحســب رأي بوغمــان Ray Baughman الذي أشرف على الأبحاث، ستبدأ تلك التطبيقات في أقل من سنتين.

L.B.

^ عندما يتم ليَ ألياف النايلون وإخضاعها لتغيرات في درجة الحرارة تنقبض مثل العضلات.

HAINES/AAAS

الجانب المظلم للطباعة ثلاثيّة الأبعاد[1]

نشر هذا الشاب الأمريكي على شبكة الإنترنت مخطّطات بيانية تسمح لأيّ شخص بأن يصنع مسدّسًا بلاستيكيّا بوساطة طابعة ثلاثيّة الأبعاد. إنّها مبادرة غبيّة بقدر ما هي خطرة.

بقلم: جيروم بلانشار[2]

كـودي ويلسـون Cody Wilson الذي يبـدو ذا وجـه لطيف أمـام الشخصـيّة السـينمائية دارك فادور Dark Vador – يحمل في يده بندقيـة "أر-١٥" AR-15. تطلق البندقيّة رصاصـات من <عيار> ٥,٥٦ ملم، الطلقة تلو الطلقة أو بطلقات متلاحقـة، بوتيرة تتراوح بين ٧٥٠ و ٩٠٠ طلقة في الدقيقة الواحدة. إنّه سلاح رائج للغاية في الولايات المتحدة الأمريكيّة التي يسمح فيها ببيع هذا النوع من الأسلحة.

لكـن بندقيّة كـودي ليسـت نموذجًا تنتجه صـناعة الأسـلحة. أنتم تلاحظون القسم الشـاحب في هذا السلاح، القسم الذي يتوسّط الصورة (انظر الصورة في الصفحة المقابلة في الأعلى) إنّه مصنوع مـن البلاسـتيك نفسـه الذي تصـنع به قطعـة الليغـو. أمّـا كـودي ويلسـون فهو أمريكـي في الـ٢٥ من العمـر، وطالب في الحقـوق بولايـة الأركنسـاس بالولايـات المتحدة الأمريكية، وقد صنع هذا السلاح بنفسه بوساطة آلة طابعة ثلاثيّة الأبعاد.

لكن المروّع في القضية أنّ كودي يؤكد بفخر أن لعبته البدائية تطلق رصاصـات حقيقيّـة يمكنهـا أن تقتـل، والأسـوأ من ذلـك أنّ هذا الشـرير الطامح نشـر يوم ٥ مايـو ٢٠١٣ على شـبكة الإنترنت ملفًّا يوضّـح للجميـع طريقة صـنع سـلاح آخر، وهو مسـدس! والشـرط الوحيـد لبلـوغ ذلـك هو إمكانيّة استعمال طابعة ثلاثيـة الأبعاد. سُـمّيت هـذه اللعبـة (المسـدس) "ليبيراتـور" Liberator، وهـي مـن مادّة البلاسـتيك بدءًا من المقبض حتى المدفع، ورغم ذلك بإمكانها إطلاق رصاصـات حقيقيّة. إنّه أمر مرعب، أليس كذلك؟

لا شـكّ أنّ فكرة كودي ويلسون فكرة مجانـين، لكنّهـا كانـت مطروحـة منـذ مدّة، وبالتحديد منذ أن أصـبحت الآلات الطابعة الثلاثيّـة الأبعاد التـي كانت محصـورة في الصـناعة لفـترة طويلـة تُبـاع بثمن معقول يسـمح للأفـراد باقتنائهـا (يبلغ ثمـن النموذج البسـيط منهـا اليـوم ١٣٠٠ يورو) (مـا يعـادل ٦٢٠٧ ريـال سـعودي تقريبًـا). والسـبب هو أنّه بعكـس الطابعة العادية،

آلة بلاستيكيّة تطلق رصاصًا حقيقيًا

إضاءة

عيار
سـلاح نـاري يشير إلى قطر المقذوفات التي يطلقهـا. يتم قياسه بالمليمتر أو بالبوصـة: ٥,٥٦ ملـم في فرنسـا تتوافق مع ٠,٢٢ بوصـة ("العيار" ٢٢) في الولايـات المتحدة الأمريكيّة.

> حتى الآن استعملت آلة الطباعة الثلاثية الأبعاد في صناعة مجسمات مسلية.



أيّهما أكثر إثارة للخوف؟ كودي ويلسون Cody Wilson وبرودة نظرته أو بندقيته "صناعة منزليّة"، التي طبع بنفسه قسمها الشاحب البلاستيكي؟

MARISA VASQUEZ

من هذا النموذج الرقمي، يمكن لأيٍّ شخص أن يطبع مسدسه البلاستيكي.

DR

التي تكتفي برشّ الحبر على ورقة ذات بعدين، تنشئ الطابعة الثلاثيّة الأبعاد مجسّمات حقيقيّة ذات أحجام: كالتماثيل الصغيرة، والمجوهرات، وأدوات من كلّ الأنواع، والحاجز الوحيد الذي يقف أمامها هو حدود خيالكم المبدع، وخاصّة قدرتكم على تجسيد أفكاركم على الحاسوب، بفضل برنامج رسم صناعي يدعى "أوتوكاد" AutoCAD، يمكن تصميم مجسمات افتراضيّة ثلاثيّة الأبعاد.

الأسلحة: جنون أمريكي

بعد انتهاء النمذجة الرقميّة، نحمّل الملف في الآلة الطابعة ونملأ خزانها باللّدائن الحراريّة. تكون هذه المادّة سائلة في درجة حرارة الغرفة، لكنّها تتجمّد نهائيًّا إثر تسخينها. تُراكِمُ الآلة عند ذلك طبقات من اللّدائن الواحدة فوق الأخرى، سَمَاكَة كلٍّ منها ميليمتر على الأقل، تتجمد لتوَلّد نسخة مشابهة لتحفتكم الافتراضية.

نستعمل -غالبًا- تلك الآلة الطابعة لصنع كلّ أنواع الأدوات المسليّة، ويستعمل كودي ويلسون هذه التقنية الجديدة لغايات سياسيّة.

يعد كودي نفسه فوضويًّا، فهو يعارض مفهوم الدولة، ويعدّ أنّ كلّ تدخّل من الدولة في حياته من خلال القوانين، يتعدّى على حريّاته الأساسيّة، ومن تلك الحريّات في الولايات المتحدة الأمريكية، امتلاك السلاح.

إنّ امتلاك السلاح إرث يعود إلى الفترة التي استوطن خلالها الأوروبيّون الغرب الأمريكي، حيث كان الكل يدافع بنفسه عن أرضه. لكن اليوم، لا يزال حق امتلاك سلاح ناري مضمونًا بنصّ قانوني، ضمن النسخة المعدلة الثانية لدستور الولايات المتحدة الأمريكية.

هناك فرق شاسع مع القانون الفرنسي في هذا المجال، وكذا مع القوانين الأوروبيّة، حيث إنّ معظم الأسلحة الناريّة ممنوعة في أوروبا! وهكذا فإنّ عددًا كبيرًا من الأمريكيّين مسلّحون، وترسانتهم ليست ←

← مخصّصة لصيد البط فحسب، إذ يُقتل ٣٢ ألف شخص بالرصاص كلّ سنة في الولايات المتحدة الأمريكية، ما يُعيد -دوريًّا- طرح النقاش على الصعيد السياسي: هل يتعيّن تضييق القيود على الأمريكيين في موضوع الحصول على الأسلحة؟

لا حاجة لتصريح لحمل سلاح

في العام ٢٠١٢، حضّر الرئيس باراك أوباما مشروع قانون يهدف إلى تعزيز مراقبة بيع الأسلحة، خاصّة البنادق مثل بندقية "أر-١٥" AR-15. يعارض كودي ويلسون بقوّة مشروعًا من هذا القبيل ويبحث عن الطريقة الأفضل ليفلت منه. يقول إنّ مراقبة الأسلحة مبنيّة على عنصرين: الأوّل، تُصنع الأسلحة في معامل من قِبَل صانعين معتمدين رسميًّا مضطرين إلى ترقيمها؛ العنصر الثاني يقضي عندما تباع الأسلحة في المتاجر، بتسجيل هوية من يشتريها وفق نظام محدّد، ومن ثمّ، لتجاوز مراقبة الأسلحة، ينبغي الالتفاف على تلكما المرحلتين الأساسيتين. كيف نتجاوز الصانع والبائع معًا؟ يتم ذلك عندما نَحُلّ مكانهما، أي بصناعة السلاح بأنفسنا! خطرت لكودي فكرة شيطانية: لقد أنشأ جمعية باسم "ديفانس ديستريبيوتد" Defense Distributed وبدأ يجمع المال على شبكة الإنترنت لتمويل تصميم "سلاح - ويكي" Wiki-arme، وهو سلاح ناري >مفتوح المصدر< يكون ملفه "كاد" CAD قابلًا للتحميل مجانًا.

كلّ سنة يُقْتل ٣٢ ألف أمريكي بالرصاص

هكذا، وبعد أقلّ من سنة، أصبح ملف "ليبيراتور" Liberator متوفرًا على شبكة الإنترنت في ٥ مايو ٢٠١٣. يتميّز هذا المسدّس بشكل مثلثيّ غريب وبمدفع قصير للغاية، فيظهر كأنّه لعبة (انظر الصورة أعلاه). لكن هذه اللعبة تعمل كالسلاح الحقيقي بحسب ما يؤكّده مبتكره، موضّحًا ذلك في فيديو مصور. إنّ العروض التي قام بها مختصون آخرون -انطلاقًا من ملفات "ليبيرايتور"- هي لحسن الحظ أقل حسْمًا (انظر الصور في الصفحة المقابلة).

النقطة الأخرى التي تدعو إلى الطمأنينة هي أنّ إحدى القطع الضروريّة لعمل مسدس "ليبيراتور" غير قابلة للطبع. ينبغي أن نعرف أنّ المسدس يتألّف -في الواقع- من عنصرين أساسيين: المدفع (أنبوب صلب نضع فيه الرصاصة)، والزناد، أي طرف معدنيّ قادر على ضرب قاعدة الرصاصة بقوة تُفجّر البارودة وتقذف الرصاصة في الاتجاه الذي سدّد نحوه المدفع. أمّا الباقي -المقبض، المنظار، ...إلخ- فهي مجرد تفاصيل.

لم ينتظر هواة الأسلحة في الواقع كودي ويلسون أو الطابعة ثلاثيّة الأبعاد ليصنعوا آلات موت بدائيّة. في الخمسينيّات من القرن الماضي، كانت عصابات الشوارع في نيويورك تقوم بذلك، والملاحظ أنّ "ليبيراتور" غيّر الموازين لأنّ سرّ صناعته ليس حكرًا، إنّه في متناول جميع الناس بفضل الإنترنت.

في اليوم الذي نشر فيه الملف على شبكة الإنترنت، وهو من سعة ٢,٠٢ ميجا (يحتويه مفتاح تخزين بسيط)، حمّله مستخدمو الإنترنت أكثر من مئة ألف مرّة. وتشكّل إسبانيا، والولايات المتحدة الأمريكية، والبرازيل الثلاثي الذي احتل الصدارة في عمليّة تحميل هذا البرنامج.

بعد أربع وعشرين ساعة من نشره

MICHAEL THAD CARTER/FORBES

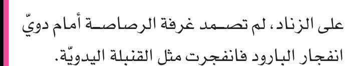
^ مشهد لكودي ويلسون مع مسدّسه المطبوع. لكنّه يظهر في فيلم الفيديو، الذي نشاهده فيه يطلق النار أقل افتخارًا: إنّه على علم بأنّ السلاح قد ينفجر بين يديه.

إضاءة

يسمّى ملف، أو برنامج "مفتوح المصدر" عندما يكون برنامج الحاسوب الذي سمح بإنشائه ("رمز المصدر" أو "شفرة المصدر" (source code) في متناول كلّ مستخدمي شبكة الإنترنت مجّانًا، بحيث يمكنهم نسخه أو التعديل فيه بحريّة.

لم تجتز الاختبارات!





طبعت الشرطة الأسترالية مسدس "ليبيراتور" Liberator وثبتته على دعامة. للمزيد من السلامة، يتم الضغط على الزناد عن بعد بوساطة خيط. عندما يطلق السلاح النار المرّة الأولى، تخترق الرصاصة كتلة هلاميّة تحاكي اتساق اللّحم البشري. هذا مرعب! وعند الضغط للمرّة الثانية على الزناد، لم تصمد غرفة الرصاصة أمام دويّ انفجار البارود فانفجرت مثل القنبلة اليدويّة.

على شبكة الإنترنت، تمكّنت مصالح الأمن الأمريكيّة من إقفال صفحة التحميل، لكن المصيبة كانت قد حلّت: تناقل كثيرون نسخًا عديدة من الملف بحرية على الشبكة العنكبوتية ولم نعد اليوم نحصر عددها. أصبح تحميل ملف "ليبيراتور" سهلًا بقدر تحميل مقطوعة موسيقيّة تمت قرصنتها.

إنّه خطر على المستهدَف... وعلى القنّاص

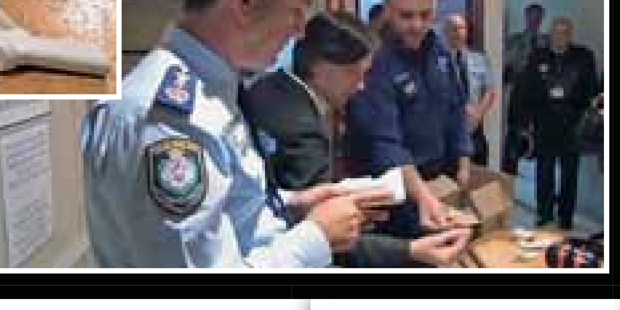
لقد سارع ثيجيفيرس Thingiverse، وهو الموقع المرجعي للطابعين ثلاثي الأبعاد الذي يضم ملفات "كاد" CAD لكل أنواع المجسمات، بإلغاء ملفات الأسلحة من الموقع. سجّلوا كلمة "ليبيراتور" Liberator في شريط البحث التابع للموقع وستجدون نسخة عن مسدس كودي ويلسون تحوّلت إلى إبريق شاي، لكن أتت ردّة فعل الشاب كودي سريعة فأنشأ منتدى مخصّصًا كليًّا للأسلحة المطبوعة، ويضم اليوم أكثر من ٣ آلاف عضو، ويعرض كثير من هؤلاء مشروعات أسلحتهم الخاصّة للطباعة.

هكذا عدّل بعض مستخدمي شبكة الإنترنت ملفّات "ليبيراتور" لتعزيزه أو لتحويله. هناك شخص كَنَدي مجهول صمّم بدوره بندقيّة صغيرة سميت "غريزلي" Grizzly. وقد طبعها بعكس معظم المشروعات الأخرى الغريبة التي لم تجد لها مكانًا في الميدان.

ما يثير التخوّفات هو أنّ مسدس "ليبيراتور" وأمثاله ليس لها رقم تسلسلي، ومن ثمّ لا يمكن اقتفاء أيّ أثر لها، أي أنّه من المستحيل الوصول إلى صانعها، لكن أكثر ما يثير القلق هو مادّة البلاستيك المستعمل لصناعتها: لا تكتشفه أجهزة الماسح في المطارات، وحتى الزناد المعدني لا يتم -دائمًا- اكتشافه لصغر حجمه.

كما أنّ احتمال استعمال الإرهابيين لهذا النوع من الأسلحة يزيد من حدّة التخوّفات. كان أحد الصحافيين الإنجليز يعمل في صحيفة "الديلي ميل" Daily Mail قد أخذ معه -داخل سترته- مسدس "ليبيراتور" طبعته إدارة تحرير صحيفته وسافر على متن القطار "يوروستار" Eurostar (الرابط بين فرنسا وأنجلترا): تجاوز الصحفي كلّ نقاط التفتيش من دون أن يلاحظ أحد شيئًا.

لكن كيف نفسر أنّه منذ مايو ٢٠١٣، لم يتورّط أيّ سلاح مطبوع في أيّ عملية يحاسب عليها القانون (سطو مسلح أو عمل إرهابي)؟ قد يكمن التفسير في ظهور فيلم فيديو! فبعد فترة وجيزة من نشر الملفات، قرّر قسم شرطة أسترالي -بعد أن أقلقه هذا التهديد الجديد- أن يختبر مسدس "ليبيراتور". اشترى رجال الشرطة طابعة ثلاثيّة الأبعاد وطبعوا مسدّسين. ثبّتوا أحدهما على دعامة، مقابل كتلة من الهلام تحاكي اتساق اللحم البشري، ثم تم تشغيل السلاح المرّة الأولى بوساطة خيط رُبط بالزناد، فأطلق النار بصورة طبيعيّة، واخترقت الرصاصة الهلام بسرعة مميتة، لكن عند إطلاق النار في المرّة الثانية، انفجر مسدس "ليبيراتور". لو كان مستعمل المسدس ممسكًا به لفقَد يده! لقد لخّص قائد الشرطة الأسترالية الوضع قائلا: "هذا السلاح خطر مميت، سواء أكنّا أمام مدفعه أم خلفه!". ▪



< لم يُفاجأ رجال الشرطة الأستراليون كثيرًا وهم يتحقّقون من بقايا مسدس "ليبيراتور" Liberator الذي اختبروه للتو. استنتاجهم: آلة الطابعة الثلاثيّة الأبعاد تسمح فعلًا بصنع سلاح، لكنّه سلاح ليس موثوقًا حتى نستعمله بأمان.

CAPTURES D'ÉCRAN «NSW POLICE COMMISSION OF DANGER OF 3D GUNS»/THE NSW POLICE

(1) LE CÔTÉ OBSCUR DE L›IMPRESSION 3D, Science & Vie Junior 295, PP 86-89
(2) Jérôme Blanchart

سحر الرياضيات

بقلم: روبن جامي [1]



PHOTOS ARNAUD CALAIS POUR SVJ

إن كان مستديرًا... [2]

...حذار من المظاهر!

من الممكن -أحيانًا- تمرير كائن عبر فتحة تبدو أصغر منه بكثير. لنثبت ذلك من خلال تمرير قطعة ٢ يورو نقديّة عبر مربّع صغير اقتطع من ورقة مطويّة بعناية.



١ اقتطعوا مربّعًا من ورقة طول ضلعه يساوي نصف قطر قطعة الـ ٢ يورو النقديّة، أي ما يقارب الـ ١,٣سم. قارنوا القطعة النقدية بحجم الثقب: للوهلة الأولى، من المستحيل أن تمرروا هذه القطعة...



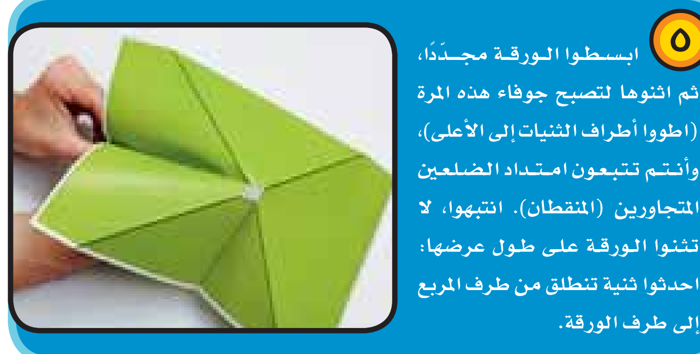
٢ هل أنتم مستعدون لرفع التحدي؟ ابدؤوا بطيّ الورقة بحسب خط المربع القطري. اثنوا الورقة على شكل حدبة، أي اثنوا الورقة نحو الخلف.



٣ حتى من خلال الخط القطري، لا يمكن تمرير القطعة النقديّة عبر الثقب. هذا منطقي: يكفي أن نعرف مبرهنة فيثاغورس لندرك أنّ طول قطر المربع يساوي نتيجة ضرب طول ضلعه في الجذر التربيعي للعدد ٢، أي أكثر بقليل من ١,٤ مرّة نصف قطر القطعة النقديّة، وحتى تتمكّن تلك القطعة من العبور ينبغي أن يعادل طول قطر المربّع على الأقل قطر القطعة النقديّة.

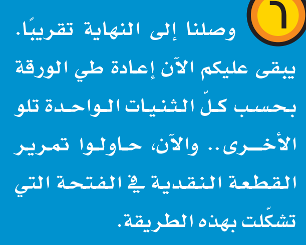
٤ يبدو هذا مستحيلًا فعلًا. لكن، انتبهوا! ابسطوا الورقة ثم عودوا واثنوا بحسب خط المربع القطري الآخر باستخدام ثني محدّب للورقة.

٥ ابسطوا الورقة مجددًا، ثم اثنوها لتصبح جوفاء هذه المرة (اطووا أطراف الثنيات إلى الأعلى)، وأنتم تتبعون امتداد الضلعين المتجاورين (المنقطان). انتبهوا، لا تثنوا الورقة على طول عرضها: احدثوا ثنية تنطلق من طرف المربع إلى طرف الورقة.



٦ وصلنا إلى النهاية تقريبًا. يبقى عليكم الآن إعادة طي الورقة بحسب كلّ الثنيات الواحدة تلو الأخرى.. والآن، حاولوا تمرير القطعة النقدية في الفتحة التي تشكّلت بهذه الطريقة.







٧ إنّها ستنفذ إلى الجهة الأخرى! لأنّه بفضل الثني، لا تعود الفتحة موافقة لخط المربع القطري، بل تصبح موافقة لمجموع ضلعين من أضلاع المربع، أي موافقة -بالضبط- لقطر القطعة النقديّة، وبذلك حققنا هدفنا!



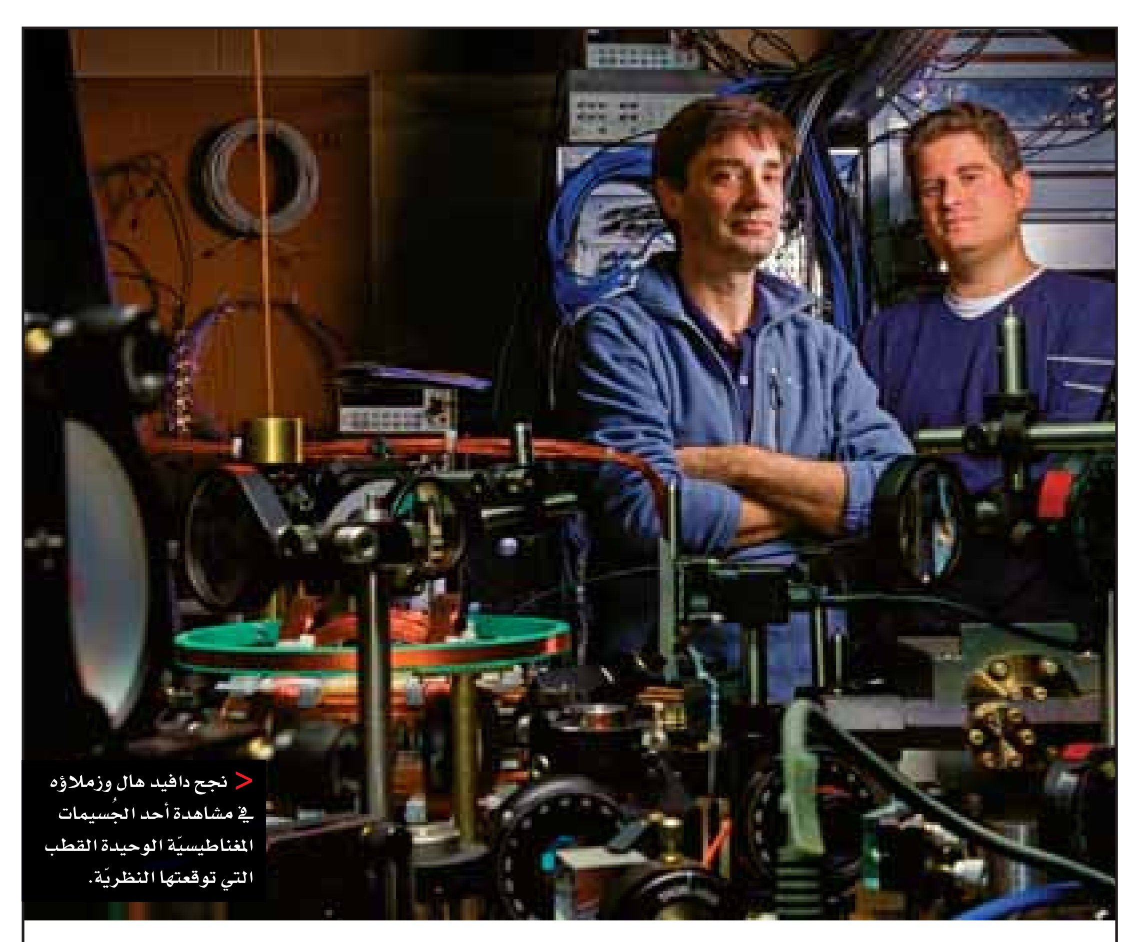




العلاقة مع الرياضيات

لا يجب أن تخدعكم المظاهر. من المؤكّد أنّ مساحة القطعة النقدية أكبر بكثير من مساحة المربع. غير أن قطر القطعة له طول يعادل نصف محيط المربع. هذا ما سمح لنا بأن نبلغ مرادنا. ما أوضحناه هنا، هو أنه ليس من الجليّ حذف طول من مساحة والعكس بالعكس، ومن ثمّ، إن قمنا بحيل والتفافات فإنّنا سنرسم خطًّا طويلًا بالقدر الذي نريد داخل مساحة معيّنة. مثال ذلك؟ فكروا في أمعائكم التي يتسع لها البطن طالما هي ملتوية، لكن طول هذه الأمعاء يبلغ ٦ أمتار تقريبًا عندما نبسطها، وحجم سطحها سيدهشنا أكثر. ورغم ذلك -وهذا أمر مؤكّد أيضًا- فكون الأمعاء موجودة داخل أجسامنا فهذا يدلّ على أن حجمها أصغر من حجم جسمنا!

(1) Robin Jamet
(2) Si c'est rond…, Science & Vie Junior 296, P 65



> نجح دافيد هال وزملاؤه في مشاهدة أحد الجُسيمات المغناطيسيّة الوحيدة القطب التي توقعتها النظريّة.

R.MATTSON

أحاديات القطب المغناطيسي موجودة فعلاً

يبتّ دافيد هال David Hall في المسألة قائلاً: "ها هو القول الفصل! كان بول ديراك Paul Dirac على حق: أحاديات القطب المغناطيسية حقيقية لا غبار عليها". لقد صاغ بول ديراك -أحد آباء ميكانيكا الكم- منذ عام ١٩٣١ الفكرة الآتية: ما دامت هناك جسيمات مشحونة كهربائيًّا إيجابيًّا أو سلبيًّا، فلا بدّ من أن ثمّة أيضًا جسيمات مغناطيسيّة توجّه حقولها من جهة واحدة لا غير (إنها أحاديات القطب) لكن لا وجود لشيء ملموس يؤكّد الفرضيّة: رغم أنّها فرضيّة متينة من الناحية النظريّة فقد ظلت تفتقر لإثبات تجريبي. عندما نشاهد قطعة ممغنطة عاديّة أو صخورًا أو أحفوريّات، تُظهِرُ الجسيمات المغناطيسيّة كلّها قطبان واضحان، وهو ما يخيب الآمال. إلّا أنّ عالم الفيزياء دافيد هول وفريقه من جامعة أمهيرست Amherst College (الولايات المتحدة الأمريكية) تمكنوا من التقدّم في هذا المسعى، وهكذا نجحوا من خلال تبريد غاز من الذّرات (حتى ملامسة الصفر المطلق) في إنشاء أحادي القطب، والأجمل من ذلك: لاحَظ هؤلاء الباحثون أنّ الحقل المغناطيسي الذي ينتج عن هذا الأحادي القطب يقود الذّرات بحسب ما توقّعه بول ديراك بالضبط. يصف دافيد هول هذه التجربة قائلًا: "تمتنع الذرّات عن دخول منطقة مروحية الشكل تتوسّع تدريجيًّا حول القطب المغناطيسي المركزي. هذه الصورة هي نفسها الصورة الواردة في النظريّة". يبقى اكتشاف الظاهرة في الطبيعة بشكل جُسيم حقيقي أحادي القطب. يضيف الباحث في هذا السياق: "أنا متأكد منذ الآن بأن هذا الجسيم موجود، فمن المستحيل أن يكون هذا التوافق بين النظرية والتجربة نتيجة مصادفة".

M.F.



ألزهايمر

فرضية السكري[1]

ماذا لو كان أصل مرض ألزهايمر شكلاً مجهولا لداء السكري؟ دافعت باحثتان عن هذه الفرضيّة الجديدة التي قد تفتح آفاقًا علاجيّة، بل ربّما تعطي الأمل للتوصّل إلى وقاية.

بقلم: كورالي هانكوك[2]

^ من المحتمل أن تكون أضرار الدماغ المصاحبة لمرض ألزهايمر (إلى اليسار) ناجمة عن مقاومة غير طبيعيّة من قِبَل الخلايا العصبيّة ضدّ الأنسولين.

A.PARIELLA/SPL/CORBIS

"مرض ألزهايمر هو داء سكريٌّ يتمركز في الدماغ". لأوّل وهلة بدا هذا التصريح في دنيا علم الأعصاب، أشبه بالاستفزاز، خاصّة أنّه صدر من عالمتين محترمتين للغاية: سوزان دو لا مونتي Suzanne de la Monte، من جامعة براون Brown الأمريكيّة (رود أيلاند Rhode Island) وسوزان كرافت Suzanne Craft، من المركز الطبي ويك فورست Wake Forest (كارولاينا الشماليّة، الولايات المتّحدة الأمريكية). هناك أضرار في أدمغة مرضى ألزهايمر تتسبّب فيها مقاومة للأنسولين. لم يعد للباحثتين –اللتين لا تعملان معًا، ولكنّهما تتشاطران الاستنتاجات نفسها– سبب للتردّد في الدفاع عن تفسيرهما الجريء لهذا الوضع.

علينا الاعتراف بأنّ مؤشّرات مثيرة للقلق قد تراكمت خلال السنوات العشر الأخيرة حول علاقة تربط بين هذا المرض التنكّسي العصبي وداء السكّري من النمط ٢، الذي يتميّز بفرط مزمن للسكر (جلوكوز) في الدم، وهذا بسبب مقاومة الخلايا للأنسولين. تعترف كارولين سانز Caroline Sanz، وهي طبيبة متخصصة في مرض السكري بعيادة باستور في تولوز (Toulouse) (فرنسا)، قائلة: "أظهرت عشرات الدراسات أنّ هذا النمط من السكري يرفع من ١,٥ إلى مرّتين خطر الإصابة بتلف من نوع ألزهايمر". كل هذا دون مراعاة عدد المرضى الذين لم يشخّص لديهم داء السكّري بعد، ولكنّهم يظهرون علاماته الأولى.

هكذا اكتشف ريموند تورنر Raymond Turner (جامعة جورجتاون Georgetown، الولايات المتحدة الأمريكية) مصادفة في يوليو ٢٠١٣، عندما كان يقيس معدلات السكّر في الدم، أنّ ٤٣٪ من المرضى الذين يعانون من ألزهايمر كانوا في مرحلة متقدمة من السكّري.

مع ذلك، إذا كان السكّري من النمط الثاني يشكّل –بطريقة جليّة– عاملًا خطرًا للإصابة بألزهايمر فإنّه ليس بالضرورة المتسبّب فيه. يؤكّد دافيد بلوم David Blum، عالم الأحياء ضمن فريق ألزهايمر وأمراض البروتين تاو tauopathy (جامعة ليل/المعهد الوطني للصحّة والأبحاث الطبيّة Lille/Inserm بفرنسا) قائلًا: "عندما نقول إنّ السكّري يزيد من خطر الإصابة بألزهايمر فإنّنا نتحدّث عن السكّري الذي يصيب الجسم بصفة عامّة، إلّا أنّه ليس ←

السياق

مع تزايد متوسّط العمر المتوقّع يزداد عدد المصابين بمرض ألزهايمر الذي من المتوقّع أن يتضاعف مرّتين في غضون العام ٢٠٣٠، وحتّى ثلاث مرّات عند حلول العام ٢٠٥٠! ورغم ذلك، لا يزال الأطباء يجهلون أسباب هذا المرض، بعد أكثر من قرن تلت تشخيصه لأوّل مرّة من قبل الطبيب الألماني ألويس ألزهايمر Alois Alzheimer...



سوزان دو لا مونتي
SUZANNE DE LA MONTE

أخصائية أمراض الأعصاب
بجامعة براون (الولايات المتحدة الأمريكية)

تقلّ فعالية المستقبلات الخاصة بالأنسولين في الدماغ بنسبة ٨٠٪ خلال المراحل المتقدّمة جدًّا من ألزهايمر

← هناك ما يشير إلى أنّ وجود مقاومة للأنسولين في خلايا الجسم، النموذجيّة لمرض السكّري من النمط ٢، تحفّز مقاومة مماثلة في الدماغ" سيما أنّ الدماغ عضو في مَأمَن بصورة طبيعيّة لأنّه محميّ من بين بقية أعضاء الجسم بمجموعة قواعد بيولوجيّة خاصّة: يمكن لمرض السكّري من النمط ٢ أن يصيب الجسم ويستثني الدماغ.

نمط ثالث من السكّري؟

من ثمّ، فمرضى السكّري لن يُصابوا جميعهم بألزهايمر والعكس بالعكس، فليس جميع المرضى الذين يعانون من ألزهايمر مصابون بداء السكّري، لهذا السبب ترغب سوزان دو لا مونتي في إضافة "مرض سكّري من النّمط الثالث" –الذي يصيب الدماغ بالتحديد وينجم عنه المرض التنكسي العصبي– إلى النوعين الآخرين المصنّفين سابقًا، النّمطين ١ و ٢.

تعترف فلورانس باسكييه Florence Pasquier، طبيبة الأعصاب في المركز الاستشفائي الجامعي في مدينة ليل (فرنسا) قائلة: "ممّا لا شك فيه أنّ داء السكّري وألزهايمر يتشاركان في كثير من الآليّات" وهكذا، أظهرت سوزان دو لا مونتي، في العام ٢٠٠٥ –بعد أن شرّحت أدمغة مرضى ألزهايمر متوفّين– بأنّ عمل الأنسولين في الدماغ يتراجع تدريجيًّا خلال مراحل تطوّر المرض، وتضيف قائلة: "في المراحل المتقدّمة من المرض، يقلّ نشاط المستقبلات الخاصّة بالأنسولين بنسبة ٨٠٪ مقارنة بحالتها في الدماغ العادي، فضلًا عن أنّ الأنسولين لا يرتبط بشكل جيّد بتلك المستقبلات". كما أنّ خلايا مرضى السكّري تصبح تدريجيًّا غير حسّاسة للأنسولين المُنتَج من قِبَل البنكرياس والمنظّم لنسبة السكّر في الدم؛ ويبدو أيضًا بأنّ الخلايا العصبيّة لمرضى ألزهايمر تكتسب –بدورها– مقاومة للهرمون.

لن يكون هذا الأمر دون آثار على الخليّة العصبيّة. تشرح فلورانس باسكييه هذه النقطة قائلة: "يساهم الأنسولين، الضروري لإدخال الجلوكوز في الخلايا العصبيّة للدماغ السليم، في صيانة وإصلاح المشابك العصبيّة. إذا حدث اضطراب في عمل الأنسولين فإنّ ذلك قد يضرّ بالخلايا العصبيّة". ثم تضيف: "تزيد مقاومة الأنسولين أيضًا من الإجهاد التأكسدي والآليات الالتهابيّة التي تؤدّي إلى تلف الخلايا العصبيّة" (راجع الرسوم أعلاه).

هناك معطيات أخرى مقلقة: تُظهِر علاجات كلاسيكيّة للسكّري من النمط ٢ بعض الفعاليّة ضدّ مرض ألزهايمر. وبهذا الصدد يقول أوليفييه تيبولت Olivier Thibault، من جامعة كنتاكي (Kentucky) بالولايات المتحدة الأمريكية: "إنّ الجزيئات التابعة لعائلة الغليتازون (glitazones)، المستخدمة لزيادة الحساسيّة للأنسولين قادرة أيضًا على تحسين العجز المعرفي

كيف تُتلِف مقاومة الأنسولين الخلية العصبية

١ يتثبت الأنسولين بصورة أقل على الخلية العصبية

يقلّ نشاط المستقبلات العصبيّة الخاصّة بالأنسولين. ما يؤدّي إلى نقص في واردات الجلوكوز الضروريّة للخليّة العصبيّة.

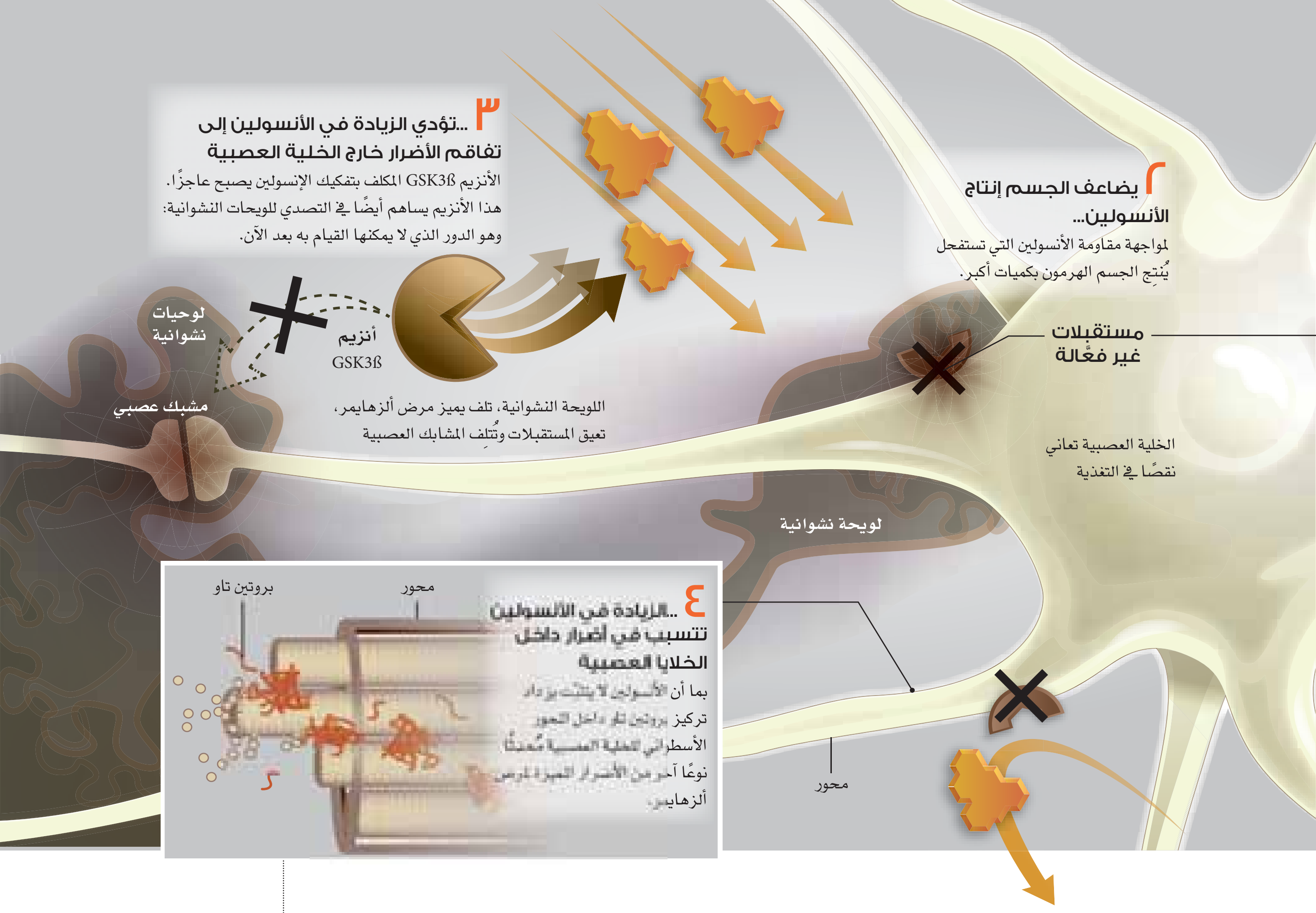
يعجز الأنسولين عن التثبت على المستقبلات

جلوكوز

يقل نفاذ الجلوكوز إلى داخل الخلية العصبية

الاحتمالات الأخرى "غير المألوفة"...

أحد أقدم النظريّات المتعلّقة بأصل مرض ألزهايمر تنص على وجود عجز في الأستيل كولين (acetylcholine)، وهو ناقل عصبي مساهم في المسارات العصبيّة للذاكرة. إنّها فرضيّة تستند إليها بعض العلاجات النادرة المستعملة اليوم. كانت فعاليتها المحدودة للغاية –والمنعدمة أحيانًا– سببًا في إفقاد النظريّة مصداقيتها، كما ظهرت –أيضًا– فرضيّات أخرى أكثر ثوريّة ومغايرة للأفكار السابقة، مثل: العدوى الفيروسيّة، خاصّة بسبب فيروس "الحلأ" (herpes)، التعرّض المفرط لبعض المعادن (نحاس، ألومينيوم)، تلوّث الهواء، ...إلخ.



عند نماذج حيوانية مصابة بألزهايمر".

علاجات مشتركة

أمّا الميتفورمين (metformine)، الدواء الأمثل المضاد للسكّري، فقد أظهر فريق فريدا ميلر Freda Miller، من جامعة تورونتو (كندا) في العام ٢٠١٢، أنّ هذا الدواء يحفّز النموّ العصبي ويحسّن القدرات التعلميّة عند الفئران.

لم تنطلق التجارب على الإنسان بعد، ولكن فلورانس باسكييه تشير إلى أنّ هناك "دراسات وبائيّة تبيّن فيما يبدو بأنّ المرضى الذين يعانون من داء السكّري وألزهايمر في آن واحد، والذين خضعوا للعلاج بالميتفورمين يظهرون تقدّمًا أبطأ لمرض ألزهايمر".

مع ذلك، فإنّ فرضيّة السكّري من النمط ٣ لا تحظى بالإجماع. تقول كارولين سانز: "يكفي وجود زيادة مفرطة في السكّر لإحداث تلف مجهريّ في الأوعية الدمويّة للدماغ، حيث يحتمل أن يكون هذا التلف وراء المقاومة الضعيفة للدماغ ضدّ تراكم اللّويحات النشوانيّة (التي تسمّى أيضًا "لويحات شيخوخيّة"، حيث تعدّ صفة مميزة للمرض، يشكّلها تكدّس البروتين النشواني بيتا خارج الخلايا العصبيّة)".

أمّا فريق عالم الأحياء دافيد بلوم فبرهن أثناء تجارب أجريت على الفئران السّنة الماضية، بأنّه حتى إذا كانت السّمنة تزيد من تفاقم آفات المرض، المتمثّلة بتكدّس البروتين "تاو" tau داخل الخلايا العصبيّة، وتحفّز على فقدان الذاكرة فإنّها لا تتسبّب في إحداث مقاومة للأنسولين، وهنا يعلّق دافيد بلوم قائلًا: "لا يبدو أنّ مقاومة الأنسولين شرط لا غنى عنه لظهور آفات خاصّة بألزهايمر، فربّما تفسّر اعتلالات أخرى، خاصّة تلك المتعلّقة بمسارات الدهون، العلاقة الموجودة بين السّمنة، والسكّري ومرض ألزهايمر".

هل سيظهر مرض ألزهايمر في نهاية المطاف بأنّه مرض أيضيّ كغيره من الأمراض؟ إن كان الحال كذلك فلن تبرز مسارات علاجيّة جديدة فحسب وإنّما قد يظهر تحوّل غير متوقّع وهو: الوقاية! تختتم فلورانس باسكييه كلامها قائلة: "إنّ التغذية الجيّدة وممارسة الرياضة لن يمنعا مرض ألزهايمر من الظهور، ولكن يبدو جليًّا أكثر فأكثر أنّه باستطاعتنا تأخير ظهوره... وكبح تفاقمه". عندئذ لن يكون تهديد مرض ألزهايمر أمرًا حتميًّا.

*** للاستزادة**

لمشاهدة الأرقام، التكفل، آخر التجارب السريريّة، الرابط المباشر على
science-et-vie.com

(1) ALZHEIMER: L'HYPOTHÈSE DU DIABÈTE, Science & Vie 1161, PP 67-69
(2) Coralie Hancock



قصر النظر

ميزة نور الشمس المذهلة[١]

الأرقام محيّرة: عندما يُكثر الأطفال من التعرّض إلى الضوء الطبيعي، ينخفض خطر إصابتهم بقصر النظر بنسبة تتراوح بين ٢٥ و٥٠٪! إنّه اكتشاف حاسم في الوقت الذي لم نعد نتردّد فيه في وصف هذه الإصابة بالوباء العالمي.

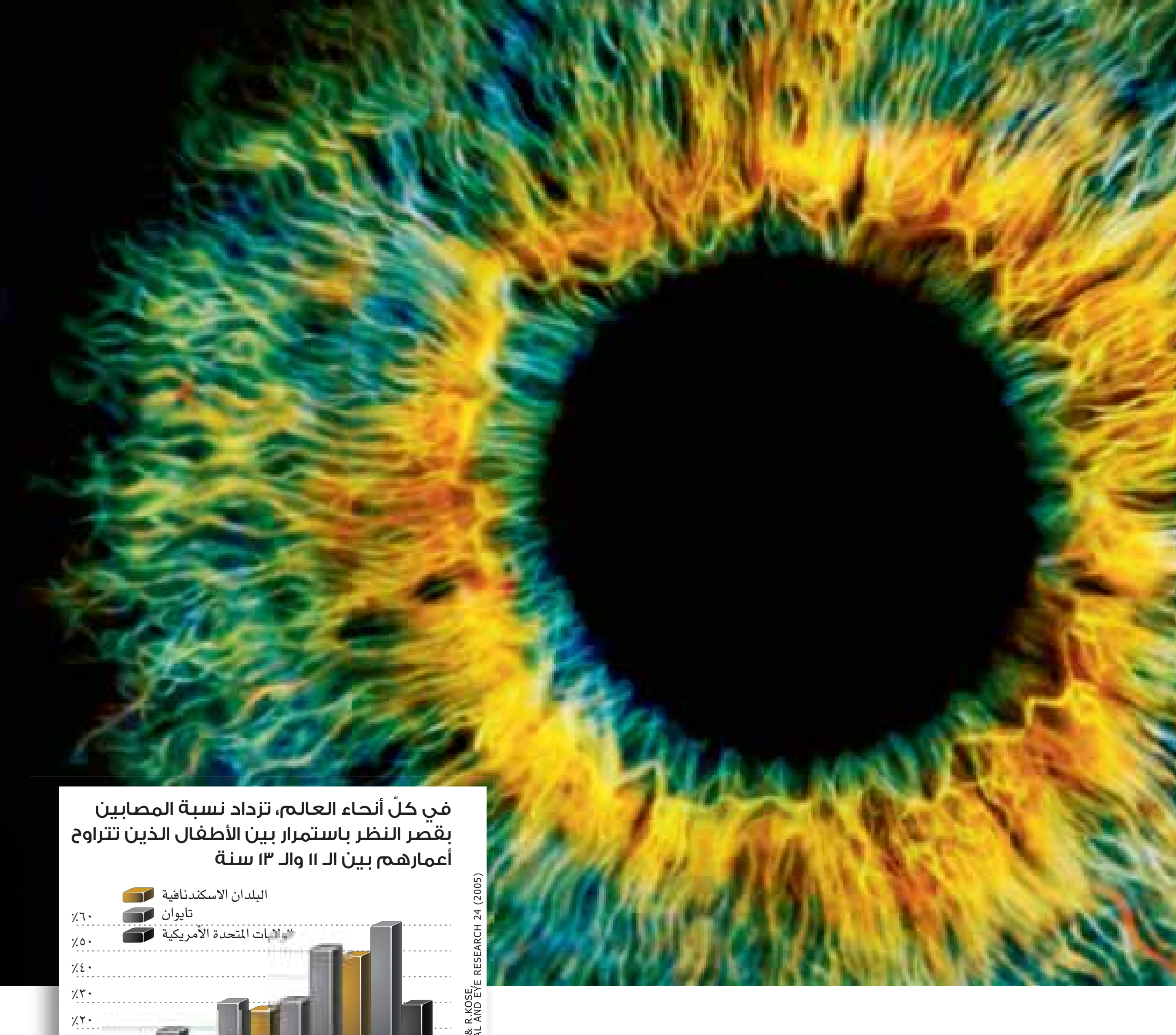
بقلم: كورالي هانكوك[٢]

إنّها الساعة الرابعة بعد الظهر في المدرسة الابتدائيّة بايي كزيوانغ Bayi Xiwang في مدينة كانتون Canton الصينيّة. في هذه الساعة يرجع الأطفال الصينيون -عادة- إلى منازلهم لينجزوا واجباتهم الدراسيّة، إلّا أنّه في هذه المدرسة -كما هو الشأن في إحدى عشر مدرسة أخرى بتلك المدينة العملاقة- سيبقى ألف طفل في سنّ السابعة تقريبًا خمسًا وأربعين دقيقة إضافيّة في المدرسة، وخلال هذه المدّة لن يلمسوا مطلقًا كتبهم المدرسية، بل بالعكس! فهذه المدّة مخصّصة للترفيه الإجباري! الغناء، اللّعب بالكرة، الركض: خيار النشاطات حرّ شريطة أن يبقى التلاميذ في الخارج ويتعرّضوا بقدر الإمكان إلى الضوء الطبيعي. لماذا هذا الإيعاز؟ لأنّه -وبطريقة غير متوقعة كليًّا- يبدو أنّ ضوء النهار (حتى لو حُجبت الشمس) هو الوسيلة الوحيدة لحماية العينيْن من داء يطال -نسبيًّا- كلّ أطفال البلاد: ألا وهو قصر النظر (أو حسر البصر myopia)! في نهاية سنوات الدراسة، يعاني ٨٠٪ إلى ٩٠٪ من الشباب الصينيّين من ضعف الرؤية عن بعد؛ ما جعل بعضهم يتحدّث الآن عن "الوباء" في إشارة إلى هذا الداء.

نتائج جيّدة غير متوقعة

إنّ الصين ليست حالة منعزلة في هذا الموضوع. في البلدان المجاورة، مثل: تايوان وسنغافورة الوضع مخيف بالقدر نفسه، أمّا في الغرب، فبدأت تظهر علامات مثيرة للقلق (انظر الرسم البياني على اليسار). ولذا يُنْتظر الكثير من نتائج تجربة مدينة كانتون.

كانت مجلّة العلم والحياة Science & Vie السبّاقة في كشف النتائج الأولى لهذه التجربة وكانت نتائج محيّرة. في هذا السياق يتفاخر إيان مورغان Ian Morgan، وهو باحث في جامعة



G.VASAN/GETTY - M.KONTENTE

كانبيرا Canberra في أستراليا وأستاذ مشارك في مركز طب العيون زونغشان Zongshan في كانتون (الصين)، بالقول: "نلاحظ انخفاضًا نسبته ٢٥٪ تقريبًا في حالات قصر النظر الجديدة في مجموعة الأطفال الذين أُجبروا على البقاء في الخارج". بعبارة أخرى، في مجموعة "الاستراحة الإجبارية"، نَقُص عدد واضعي النظارات بنسبة ٢٥٪!

في سبتمبر ٢٠١٣، أظهر اختبار أوليّ أجري في تايوان تأثيرًا إيجابيًّا من هذا القبيل، ففي مدرسة بالمدينة الثانية في البلاد، جرى تشجيع الأطفال –دون إجبارهم– على تمضية مدّة الاستراحة في الهواء الطلق. يعقّب المحقّق في الاختبار التايواني بي تشانغ وو Pei-Chang Wu قائلًا: "بطبيعة الحال، قد يندهش الغربيون من كوننا نشجّع الأطفال على اللّعب في الخارج، لكن في آسيا الأمر يختلف عمّا يجري في الغرب، فالضغط المدرسي كبير إلى حدّ أنّ نصف التلاميذ يواصلون الدراسة داخل الصف خلال مدّة الاستراحة" وبفضل هذا التشجيع اليسير، كانت حالات قصر النظر الجديدة أقلّ بمرتين من الحالات المسجّلة في المدرسة المجاورة، التي تمّت الاستعانة بها كشاهدة! "في تايوان، تمكّن الأطفال من تمضية حتى ثمانين دقيقة إضافيّة في الخارج ما قد يفسّر أنّ التأثير الذي جرى رصده هو أهم من التأثير المسجّل في اختبارنا بمدينة كانتون، وهذا يشير أيضًا إلى أنّ الفائدة تزداد بطول مدّة الاستراحة". ذلك ما يعتقده إيان مورغان الذي يقدّر أنّ دراسته الواسعة ستؤدّي –دون شكّ– إلى اعتماد استراتيجية "فترات الاستراحة الإجباريّة".

في كلّ أنحاء العالم، تزداد نسبة المصابين بقصر النظر باستمرار بين الأطفال الذين تتراوح أعمارهم بين الـ ١١ والـ ١٣ سنة

SOURCE: I.MORGAN & R.KOSE, PROGRESS IN RETINAL AND EYE RESEARCH 24 (2005)

كيف خطرت هذه الفكرة ←





إيان مورغان
IAN MORGAN

باحث في جامعة كانبيرا Canberra (أستراليا)، صاحب الدراسة التي أجريت في كانتون



يكون تأثير الحماية مهمًا بقدر ما تكون مدّة التعرّض للشمس أطول

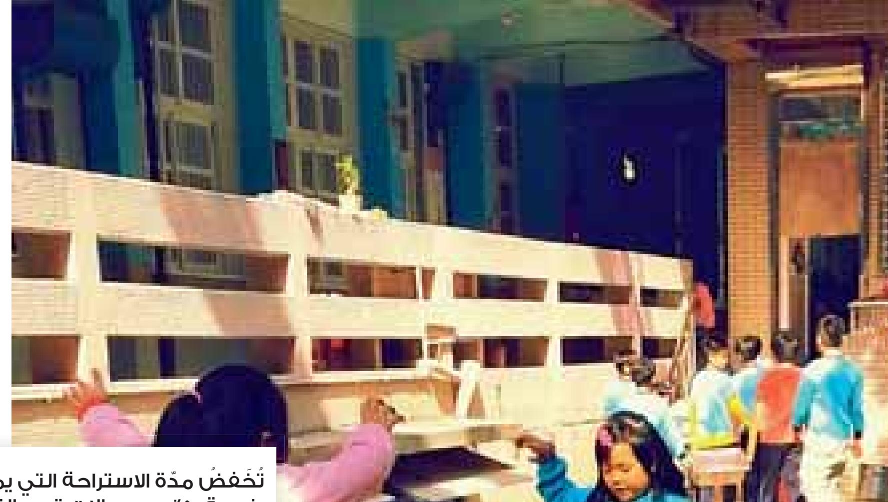
← الغربية ببال الباحثين؟ يعود ذلك إلى العام ٢٠٠٧. في تلك السنة، اكتشف دونالد موتي Donald Mutti اكتشافًا مذهلًا، وهو يعمل في موضوع تأثير نمط الحياة على صحّة العيون في جامعة أوهايو (Ohio) بالولايات المتحدة الأمريكية بيّن الباحث أنّ خطر الإصابة بقصر النظر عند طفل يعاني والداه أيضًا من قصر النظر يمكن أن ينخفض من ٦٠٪ إلى ٢٠٪ شريطة أن يمضي هذا الطفل أكثر من ساعتين يوميًا في الهواء الطلق. بعبارة أخرى، فإنّ تأثير جيناتنا المعروفة منذ وقت طويل قد يغيرها عامل بسيط للغاية مثل التعرّض لأشعة الشمس، وفي السنة الموالية، اهتم فريق إيان مورغان بانتشار قصر النظر عند الأطفال الآسيويين الذين يعيشون في مدينتي: سنغافورة (سنغافورة) أو سيدني Sydney (أستراليا). النتيجة؟ واضعو النظّارات أكثر بكثير في المدينة الأولى (٢٩٪) مقارنة بالمدينة الثانية (٣,٣٪). بعد التدقيق في تفاصيل الفرق بين نمطي حياة العائلات التي بقيت في بلدها الأمّ وتلك التي هاجرت إلى أستراليا، ظهر أنّ المدّة التي أمضاها الأطفال في الهواء الطلق هي التفسير الأكثر احتمالًا: بالكاد ثلاثين دقيقة في اليوم خلال الأيام الأولى مقابل ساعتين في الأيّام الأخرى.

ينخفض الخطر الجيني هنا بفضل عامل طبيعي بسيط!

لتبرير هذه الصلة، جرى في البداية ترجيح إمكانيّة النشاطات التي تتطلّب الدقّة (القراءة، الكتابة...) تدفع العين إلى التخصّص في الرؤية من كثب. يلاحظ جيل رونار Gilles Renard، وهو المدير العلمي للجمعيّة الفرنسيّة لطب العيون، قائلًا: "المنطقتان في العالم اللّتان يقطنهما أكبر عدد من المصابين بقصر النظر هما: الشرق الآسيوي وحوض البحر الأبيض المتوسّط، وهما أيضًا المنطقتان اللّتان شهدت حضارتهما أوّلًا على تطوير الكتابة والرسم، وهما نشاطان يتطلّبان الرؤية من قرب". إنّ الاستعمال المتكرّر لآليّة تكييف العين يدفع إلى ظهور قصر العين، وإن عانى الآسيويون الصغار قصر النظر فهذا لا يعود بالضرورة إلى الفترات المتناقصة التي يمضونها في الخارج، بل يعود إلى تزايد طول المدّة التي يمضونها محدّقين إلى كتبهم أو شاشاتهم.

تأثير مادّة الدوبامين dopamine؟

المشكلة: "ليست هناك دراسة علميّة



فترات استراحـة إجباريّة: تمضية بعض الوقت في الهواء الطلق حمى أعين الأطفال

في العام ٢٠١٣، خلال الاختبار الأوّل في تايوان، تم تشجيع تلاميذ مدرسة ابتدائية كانوا يبقون عادة في الصف أثناء فترة الاستراحة، على المشاركة في نشاطات في الهواء الطلق. الأرقام (انظر الرسم البياني في الأسفل) لا جدال فيها: كلّما زاد تعرض هؤلاء للنور الطبيعي، نَقُص خطر إصابتهم بقصر النظر.



DR - PEI-CHANG WU - M.KONTENTE

أخرى أظهرت في يوم من الأيام علاقة «العلّة بالمعلول» بين هاتين الظاهرتين" بحسب ما قاله ثان هوانغ كزوان Thanh Hoang-Xuan، رئيس قسم طب العيون في المستشفى الأمريكي بباريس (فرنسا). أمّا إيان مورغان فكان جازمًا حين أكّد في دراسته التي أنجزها في العام ٢٠٠٨، أنّ "الأطفال الذين يمضون كثيرًا من الوقت غارقين في الدرس، لن يعانوا بالضرورة قصر النظر شريطة أن يمضوا -أيضًا- مُددًا طويلة في الهواء الطلق".

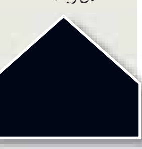
يبقى أن نفهم الآليّات الحيوية التي تتدخّل في هذا التأثير الواقي المتاز الذي يأتينا من ضوء الشمس. هل للأشعة (فوق البنفسجيّة أو أشعة جاما...) علاقة بالأمر؟ يوضح ويزهونغ لان Weizhong Lan قائلًا: "ما زلنا في مرحلة الفرضيّات". نلاحظ أنّ هذا الباحث من أصل صيني والذي يعمل في موضوع نموّ العين بجامعة تيوبينجن Tubingen الألمانيّة. يرى أنّ إحدى الفرضيات المتقدّمة هي الآتية: "تحت تأثير الضوء، تنتج شبكية العين الدوبامين، وهو ناقل عصبيّ معروف بأنّه يحدّ من نموّ العين، إلّا أنّ قصر النظر يظهر عندما تكون العين بالغة الطول؛ فعندئذ تتشكّل الصورة أمام شبكيّة العين وليس فوقها، وهكذا، يَقِي الضوءُ الطبيعيُّ العينَ من قصر النظر، جزئيًّا على الأقل".

لا يبدو أنّ للأشعّة فوق البنفسجيّة علاقة بهذا الموضوع، ففي تجارب تم إجراؤها بضوء من دون أشعة فوق بنفسجيّة، شهدت خلايا العين أيضًا نموًّا محدودًا بشكل كبير، وبهذا الصدد يقول الباحث ويزهونغ لان: "ربّما كانت قوّة الضوء هي المهمّة وليس طبيعة الأشعة".

كانت السلطات الصحيّة في تايوان واعية لخطورة الوضع حتى قبل التأكّد من نتائج تلك التجارب، وفي هذا السياق يقول الخبير بي تشانغ وو مبتهجًا: "منذ العام ١٩٩٩، حاولت السلطات مكافحة هذا الداء الذي يشكّل السبب الأول لضعف النظر عندنا، لكن دون جدوى. بعد عشر سنوات، قرّرت وزارتا: الصحّة والتربية تشجيع النشاطات في الهواء الطلق". في تايوان هناك لافتات صغيرة علّقت في المدارس وفي المكتبات تشجّع الصغار على اللّعب في الهواء الطلق من أجل راحة أعينهم: "اترك الكتاب واخرج لتلعب في الهواء الطلق!" إنّه باختصار حلم من أحلام الأطفال. ▪

تعابير خاصة

عند الطفل، مشكلتا النظر الكلاسيكيّتان الأخريان وهما: **اللابؤرية** (الرؤية مشوّهة وضبابيّة، مع تشوّش في الأحرف المتقاربة كتابيًّا) **طول النظر "مدّ البصر"** (النظر جيّد عن بعد، وضبابي من كثب) إلّا أنّ هاتين المشكلتين لا تشكّلان وباءً.

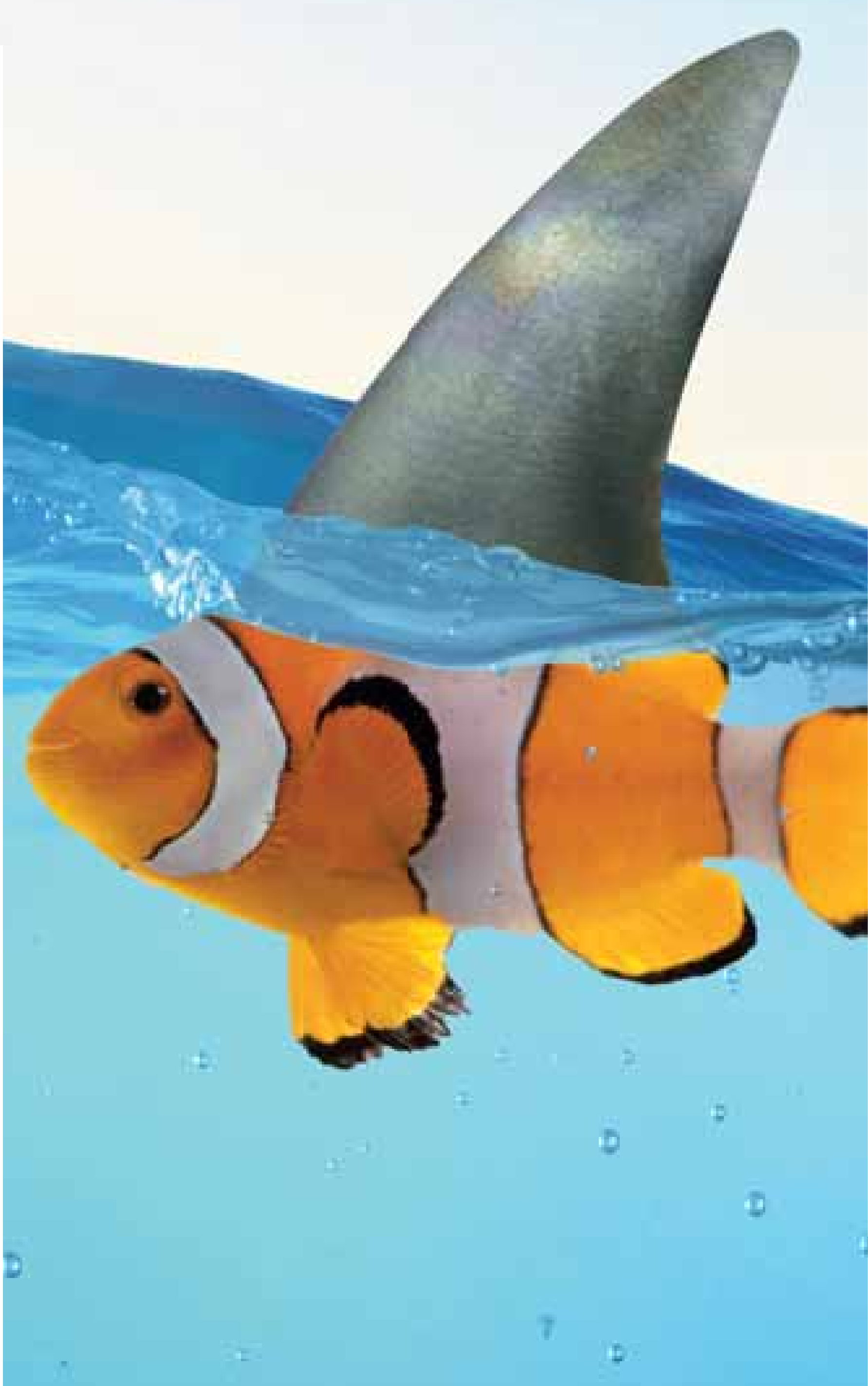


(1) MYOPIE: LES INCROYABLES VERTUS DE LA LUMIÈRE DU SOLEIL, Science & Vie 1159, PP 82-85
(2) CORALIE HANCOK

كيف نكتشف الكذابين؟[1]

الإيقاع بالكاذب الذي يختبئ وراء الوجه الأكثر براءة: جرّب الأطباء وعلماء النفس والمهندسون كل شيء... وأحرزوا درجات متفاوتة من النجاح.

بقلم: ليز بارنيو و فيليب فونتان[2]



"*نجحت في جعل دراجتي تؤدي دورة كاملة حول العجلة الأمامية)!*" لقد عاد صديقكم للحديث عن الموضوع ليكرر على مسامعكم إنجازاته مع دراجته الهوائية من نوع BMX. يسأله أصدقاؤه متعجبين: "دورة كاملة؟"، فيجيب المدعي المحترف "أجل، دورة كاملة حول عجلتي الأمامية". صحيح أو غير صحيح ؟ أترغبون في معرفة الجواب. هل من الممكن أن تكشفوا الأكاذيب الكبيرة لأصدقائكم؟ في الواقع، أجل! لعله من الصعب رصد كل الأكاذيب من الوهلة الأولى، ولكن مع قليل من التمرن، قد يكون بمقدوركم تحقيق أداء يضاهي تقريبًا أداء عملاء وكالة الاستخبارات المركزية (الأمريكية) أو مكتب التحقيقات الفدرالية (الأمريكي).

ينجح هؤلاء المحترفون في اكتشاف ما يعادل ٧٠٪ من الأكاذيب يقابلها بالكاد ٥٠٪ لدى عامة الناس. إليكم أسرارهم. لنعد إلى درّاجنا البطل المزعوم؛ الذي يروي، وهو محاط بمشجعيه، كيف توصل إلى إنجاز دورة الـ ٣٦٠ درجة من دون أن يسقط. ينظر بكل ثقة إلى محاوريه، وهو رافع الرأس. لا يتردد في الإجابة عن أي سؤال مهما كان تقنيًا. ولا يبدو متوترًا أكثر من العادة. باختصار، أنتم تعتقدون أنه ما من دليل على وجود كذبة. حسنًا، فلتعيدوا التدقيق إذن! تُحَذّر باحثة علم النفس المختصة في فن الكذب كلودين بيلان Claudine Biland بالقول: "كل تلك الحركات النمطية التي نتوقعها عند كاذب ما، من النظر إلى الأسفل، والصوت المضطرب، والحركات المتوترة... ذاك بالضبط ما سيخفيه المخادع البارع! علينا أن نبحث عن علامات أخرى مخفية أكثر... دعوكم إذن من كل أفكاركم المسبقة حول تصرفات الكاذب، وضعوا نظارات تلك المختصة في الأكاذيب التي طالما مَرّنَت رجال الشرطة على الكشف عن الشهادات الكاذبة".

بحثًا عن الإثارة

تبدأ الاختصاصية بالقول: "إن المسألة كلها مسألة انفعال وإثارة. من شأن الكذب تنشيط انفعال أو أكثر: كالخوف من انفضاح أمره، أو الذنب في حال تجاوز قاعدة أخلاقية، أو المتعة التي نشعر بها عند خداع الناس. إلا أنه بوسعنا أن نلمح آثار تلك الانفعالات على الجسد أو في نبرات الصوت".

وعلى الرغم من أن الكاذب يبذل جهدًا ⟵

MONTAGE BENJAMIN DELACOUR POUR SVJ, PHOTO SHUTTERSTOCK

التعابير الدقيقة التي تخوننا

مشتبه به ورجال الشرطة وجهًا لوجه، والكاميرات تصور الأحداث. في الجهة المقابلة من الغرفة، يركِّز محققون على الفيديو، وبالتحديد على تعابير وجه المشتبه به. يؤكد كال لايتمان Cal Lightman الاختصاصي في اكتشاف الأكاذيب قائلاً: "كلماته تقول شيئًا، ووجه يقول شيئا آخر". نحن هنا في المسلسل التلفزيوني الأمريكي "اكذب علي!" (Lie to me)، لكن من الممكن أيضًا أن يكون ذلك في مخفر حقيقي للشرطة، وهذا لسبب وجيه: استمد هذا المسلسل فكرته من مشرف البرنامج بول إيكمان Paul Ekman، وهو عالم نفس أمريكي رائد في تحليل تعابير الوجه وتفسيرها، وخبير في اكتشاف الأكاذيب. تقوم فرضيته على الآتي: يعبِّر الوجه بطريقة لاإرادية عن انفعالات الإنسان الحقيقية من قبل حتى أن يدركها ويتمكن من إخفائها. حَسْبُنا إذن أن ننظر خلال أجزاء الثواني القليلة التي تنقبض أثناءها عضلات الوجه لاإراديًا.

وهكذا صنَّف إيكمان مجموع التعابير الدقيقة التي تسمح بالكشف عن سبعة انفعالات رئيسة: الخوف، القرف، المفاجأة، الفرح، الغضب، الحزن، الازدراء. عندما يتفاجأ الإنسان مثلاً، يرتفع حاجباه ويفتح فمه قليلاً. وعندما ترتفع زاوية واحدة من الشفتين وتترافق هذه الحركة مع تجاعيد على مستوى الأنف، فذلك يعني تعبيرا عن الازدراء. ووفق قائمة المقاييس هذه، يصبح من الممكن التأكد من أمانة المشتبه بهم: هل يغشّون بانفعالاتهم؟ هل يدّعون المفاجأة حيث لا يظهرون في الواقع سوى الازدراء مثلاً؟ من جهة أخرى، فإنه من الممكن أن نميِّز، بالإضافة إلى التعابير العفوية، تعابير محفِّزة تهدف إلى مراوغة المحاور. مثال ذلك: الابتسامات المزيفة التي لا ينخفض فيها الحاجبان ولا تحدث أي تجاعيد حول العينين، بخلاف الابتسامات الحقيقية. بفضل هذه الأبحاث، أصبح بول إيكمان مدربًا لصالح مكتب التحقيقات الفدرالي (الأمريكي) وغيرها من مصالح التحقيقات والتجسس. واليوم، يقترح بول إيكمان تدريبات عبر الإنترنت، يستفيد منها بشكل خاص رجال الأمن والجمارك.

IMAGES COURTESY THE OHIO STATE UNIVERSITY

← كبيرًا لإخفاء انفعالاته فإن بعضًا من علاماتها يستحيل السيطرة عليها. نلاحظ ذلك في الصوت مثلاً، فالصوت تتحكم فيه منطقة في الدماغ ترتبط مباشرة بالمنطقة التي تحوي عواطفنا. وبالتالي، عندما تساورنا انفعالات سلبية، يتحوّل صوتنا تلقائيًا إلى حاد، فيما يصبح خافتًا رصينا إن كانت الانفعالات إيجابية. إن التحكم في هذه التغيرات شبه مستحيل، خاصة وأننا لا نسمع صوتنا كما يسمعه الآخرون. وهكذا

لكل انفعال من انفعالاتنا توقيعه الخاص

فإن القاعدة الأولى هي: انتبهوا إلى التغيّر في نبرات الصوت!

إن الوجه أيضًا حساس بطريقة خاصة تجاه هَبَّات الانفعالات. بعضهم تحمرّ وجوههم خجلاً، أو يطرفون أعينهم أكثر، أو ترتسم على شفتيهم ابتسامات

مزيّفة. توضح كلودين بيلان الأمر قائلة: "الابتسامات الحقيقية تنشّط العضلات حول العينين، مما يخفض الحاجبين، فيما لا تحرك ابتسامات الإحراج تلك العضلات، وترافقها غالبًا نظرات موجهة إلى الأسفل". لكن انتبهوا: فالكذابون البارعون يركّزون جهدهم على وجههم لأنهم يدركون بأن ذاك الذي سيتحراه محاوروهم.

يتمكن الكثيرون من إخفاء تلك الأدلة، والمحافظة على نظرة ثابتة،

إضاءة

الزلة

هي خطأ يرتكبه لاشعوريًا شخص يعبّر كتابيا أو شفهيا عن أمر يختلف عما كان يريد التعبير عنه.



COLLECTION P. PINTEAU

ولا يطرفون أعينهم أبدًا. فيبدو الوجه مسترخيًا كليًا. وفي هذا السياق تقول كلوديت بيلان: "وفي المقابل، فهم يعجزون عن كبت بعض التعابير الدقيقة اللاشعورية المبيّنة للانزعاج. إنها حركات دقيقة في الوجه بالكاد تدوم ٠,٠٥ ثانية والتي من الممكن إدراكها مع بعض التدريب، أو بعد إعادة تمرير فيلم الشخص وهو يكذب صورةً صورة". من بين تلك الحركات الدقيقة: انخفاض في زاويتي الفم، عُبوس بين الحاجبين أو الفم الذي يفتح قليلاً (انظر الصور في الأعلى).

الحركات الكاشفة

ينتبه الكذّابون كثيرًا لوجوههم غير أن الباحثة كلوديت بيلان تلاحظ أنهم: "يتجاهلون غالبا بقية الجسم، فحركات الذراعين، واليدين، والساقين أو القدمين تشكل مصدراً مهماً للأدلة". لا تبحثوا عن >زلة< الحركات التي قد تكشف لكم ←

< تحت ضغط محقق مثل كال لايتمان في المسلسل التلفزيوني "اكذب علي"، انفعالات المشتبه به قد تخونه.

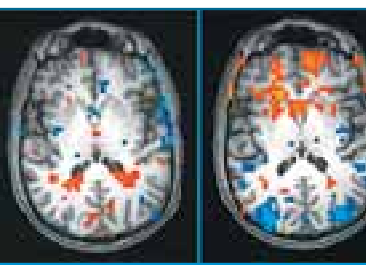
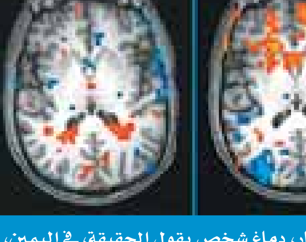
← الخدعة: إنها غير موجودة. بالمقابل، إن بدأ الشخص يحرك ذراعيه أكثر بقليل من العادة، أو ظل، على النقيض من ذلك، قليل الدوران حول كرسيه، أو مرر يده بشكل متكرر داخل شعره، أو بدأ بحك بثرة خيالية، فهو عندئذ يسعى بالتأكيد إلى إخفاء شيء ما. تحدد كلودين بيلان قائلة: "لا يهم نوع الحركة، ما يهمّنا هو الفرق في عدد الحركات مقارنة بحالة خالية من الأكاذيب". من هنا تكمن أهمية جعل الكذاب المزعوم يتكلم. أولاً، في مواضيع تافهة بغرض الملاحظة الدقيقة لسلوكه العادي، ولمقارنته لاحقًا مع موقفه عندما يبدأ الكلام في موضوع الكذبة المزعومة.

تناقضات وأسئلة مفخخة

من المجدي أيضا أن نطلب تكرار بعض المشاهد وتحديد بعض التفاصيل من هذا الشخص. فإذا لم يكن يتمتع بمخيلة واسعة وبذاكرة لا تخطئ، فسيقع على الأغلب في بعض التناقض. أصغوا إليه بانتباه، وشجعوه على متابعة روايته فيما تراقبون جيدًا يديه وساقيه ووجهه. أنصتوا جيدًا إلى تغيرات نبرة صوته. وبطبيعة الحال، حضِّروا أسئلة مفخَّخة: إن كان كاذبًا فإنه إما سيتهرب من الإجابة، وإما سيضيف أكاذيب صغيرة على الكذبة الكبرى... وسينتهي بكم الأمر بكشفه!

تكون بعض الأكاذيب أخطر من غيرها. ونحن ندرك، في حالة التحقيقات الجنائية، أننا نفضل الاستناد إلى أدوات ذات مصداقية أكبر. لهذا فقد اقترح الأطباء والمخترعون، في بداية القرن العشرين، حلولاً شبه مستحيلة. مثل محلول الحقيقة الذي يمنع الإنسان المجيب من الكذب عند حقنه به، أو جهاز كشف الكذب القادر على رصد التوتر الذي يتسبب به الكذب (راجع المربع "موثوقية مشكوك فيها"). غير أنه لا توجد تقنية من بين هذه التقنيات يمكن الوثوق بها بشكل كلي. وذلك ليس فقط لأن بعض المراوغين ينجحون في هذه الاختبارات بدون صعوبة، بل والأدهى من هذا أن بعض الأشخاص الصادقين كثيري الانفعال قد يُتَّهمون بالكذب زورًا. ومع ذلك يبدو بعض العلماء مصممين: ماذا لو تقفّينا أثر الكذب مباشرة داخل الدماغ؟ نغوص في قلب مادتنا الرمادية حيث تتكون الأكاذيب، ونحلل بالتفصيل نشاط الخلايا العصبية لاكتشاف اللحظات التي نختلق فيها الروايات بدلاً من الاستعانة بذاكرتنا: تلك هي غاية اختبارات التصوير بالرنين المغناطيسي (MRI) التي بدأت نتائجها تلقى اعترافًا في محاكم الولايات المتحدة الأمريكية.

في الواقع، يتيح التصوير بالرنين المغناطيسي قياس استهلاك الخلايا العصبية للأكسجين. بما أن الأكسجين يمثل وقود تلك الخلايا العصبية فإنه كلما عملت تلك الخلايا زاد استهلاكها للأكسجين. بهذا يمكننا، من خلال صور الرنين المغناطيسي، مشاهدة مناطق الدماغ التي تنشط عندما نروي رواية، فهي تُظهر عندئذ بقعًا ملونة متفاوتة التركيز. إلا أن التجربة تبيّن أن الصور الدماغية عند فرد معيّن، تختلف حسب مدى صحة أو تلفيق الرواية. بعبارة أوضح: عند الكذب، نلاحظ زيادة في نشاط الخلايا العصبية سيما تلك المتواجدة في مقدمة الدماغ (انظر الصورة أعلاه).

^ في اليسار، دماغ شخص يقول الحقيقة، في اليمين، يكذب الشخص. خلاياه العصبية أكثر نشاطا (المناطق الملونة) لأنه مضطر إلى التحكم بقصتين، المزيفة والحقيقية.

MRI-LIE-DETECTORS / ICC

اقتفاء الأكاذيب في عمق الدماغ!

ما سبب هذا النشاط الزائد؟ يشرح مجموعة من أربعة باحثين أمريكيين في علم الأعصاب وعلم النفس –كانوا قارنوا مؤخرًا بين ٢٣ دراسة بالرنين المغناطيسي حول الكذب– الوضع قائلين: "يحتفظ الكاذب عادة بسيناريوهين في ذاكرته حيث يتوجّب عليه أن يكبت النسخة الطبيعية، مما يؤدي إلى زيادة في النشاط".

تكمن الصعوبة في اختلاف الخلايا العصبية المنشَّطة وفقاً للدراسات وللأفراد. يؤكد ←

موثوقية مش

جهاز كشف الكذب

لا يزال هذا الجهاز مستخدمًا ليومنا هذا، وبخاصة في الولايات المتحدة الأمريكية حيث يخضع له أكثر من ١٢ ألف مشتبه به سنويًا. جهاز كشف الكذب (أو البوليغراف) هو اختراع يعود إلى بداية القرن العشرين. مبدأ الجهاز بسيط: فالكذب ينتج بعض القلق لدى صاحبه، ويكفي أن نراقب علامات التوتر عند الشخص الذي يتم استجوابه لنميّز الحق من الباطل. وهكذا تقيس الآلة ضغط الدم، ومعدل ضربات القلب، وإيقاع التنفس والتعرّق، وهي مجموعة متغيرات تزيد تحت تأثير هرمون التوتر، المسمى الأدرينالين. في مرحلة أولى، نعاير جهاز كشف الكذب من خلال طرح أسئلة "محايدة" إلى المشتبه به (مثل "كم عمرك؟"). ثم نقارن المنحنيات



ــــــــكوك فيها

التـي توصلنـا إليهـا مـع المنحنيات التي نتجت عـن الاستجواب الفعلي. تكمـن المشكلـة في أن الجهـاز لا يقيـس الحقيقة بل التوتـر. وبالتالي فـإن القَلـق قد يـدرج بسهولة ضمن المضلِّلـين. وأما الـكاذب الذي يجيد التحكـم في عواطفه فيمكن أن يُعتبر على العكس من ذلك صادقًا ... نعلم أيضًا أنه في حال كان الشخص الذي يخضع لاختبار يشعر بالحر الشديد، أو إن كان يعـاني ألمًا في أسنانه، فلن يتمكّـن جهاز كشف الكذب من رصد تغـيّرات علـى مستـوى انفعالاتـه. أظهرت دراسـة أوصت بها الحكومة الأمريكية مؤخـرًا أن مصداقية هذا الجهاز لا تتعدى ٨٠٪. بعبارة أخرى، فهو يخطـئ مرة من أصـل ٥، وهذا كثير...

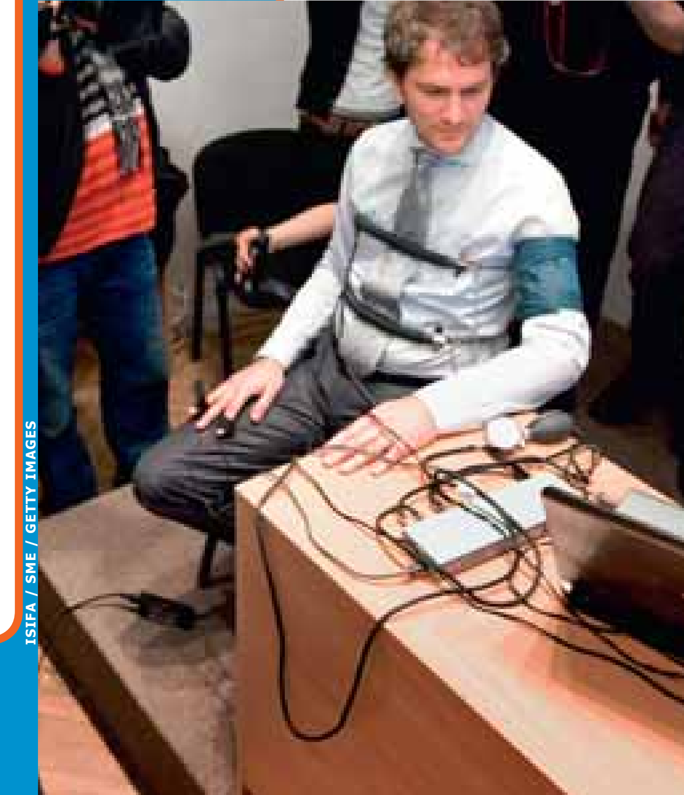


HULTON ARCHIVE / GETTY IMAGES

مَصْل الحقيقة

في عشرينيّات القـرن الماضي، أطلق سـراح مشتَبَهين في جرائم قتل بينما سجن آخرون بعد تكلمهم تحت تأثير مخدّر تم اكتشافه بالصدفة في العام ١٩١٥ من قبـل طبيب أمريكي يدعى روبرت هاوسـ Robert House. كان هـذا الطبيـب يحـاول أن يخفّف من آلام الحوامـل أثنـاء عمليـة الولادة وذلـك بإعطائهـن جرعـة خفيفـة مـن مخـدر يدعـى "سكوبولامـين" scopolamine. علـى الفـور، لاحـظ هاوسـ بـأن لتلـك الحقـن تأثـيرًا مذهـلاً. كتـب الطبيـب في يومياتـه قائـلاً: "كانـت جميـع المريضـات، ومـن دون استثنـاء، يجبنني بـكل صراحة. كان بوسعي أن أحصل على الحقيقة من أي كان على أي سؤال". عندما عرض خدماته على الشرطة: "يستحيـل تلفيق كذبة تحـت تأثير السكوبولامين، ذلـك لأن هذا العقّار يخدر الدماغ إلى درجة تدمير قدرته على الاستـدلال المنطقي"، كما يؤكد الطبيب.

اليـوم، يوجـد تضـارب كبـير بـين الأوساط العلمية حول استخدام هذا النوع مـن "مصل الحقيقـة"، وهذا راجـع إلى سهولة التأثـير على دماغ تم تخدير نصفـه. في أكتوبر ٢٠١٣، أراد الصحفـي البريطـاني مايـكل موسلـي Michael Mosley التأكد من الأمر واختبـار تأثـير الثيوبنتال (أو البنتوثـال) على نفسه، وهـو العقّار الذي حـل مـكان السكوبولامين منذ ذلـك التاريـخ. كان هدفـه: الادعاء بأنه جـرّاح والالتـزام بكذبتـه فيما يحقـن نفسـه بالمصـل. مـن خلال فيديو تجربتـه، نراه يكـذب بصورة جدّيـة في بـادئ الأمـر، ولكـن كلما زادت الجرعـة ازداد ضحـكًا، ثـم تتشوّش أجوبتـه قبـل أن يعترف في النهايـة بأنـه صحفي وبأنـه لم يجر جراحة لأحد قـط. استخلص مايكل موسلي بعـد أن شاهد الفيديو مرارًا وتكـرارًا أن: المصـل يدفـع إلى الرد بالإيجاب على اقتراحات المستجوب، مما يسبب مشكلة في المصداقية.



ISIFA / SME / GETTY IMAGES

← جيريمي ماتوت Jérémie Mattout، من مركز الأبحاث في علوم الأعصاب بمدينة ليون Lyon (فرنسا) بالقول: "لا وجود لأية منطقة محددة للكذب". ويضيف الباحثون الأمريكيون السابقو الذكر: "إن فرط النشاط المُقاس (المقدر) خلال عملية الكذب لا تعكس الكذبة في حد ذاتها، وإنما الآلية المطبقة للوصول إلى الكذبة".

الحكم على الجهاز

لإدراك كذبة من الأكاذيب، يتوجب علينا معرفة نشاط دماغ الفرد في حالة قوله الحقيقة، لكي نتمكن من مقارنة تلك الصورة مع الصورة التي تتشكّل عندما يشرع الفرد في الموضوع الذي نريد اختباره. حاليًا، ينجح الباحثون عند استخدام هذه الطريقة في كشف أكثر من ثلاث أكاذيب من أصل أربع. غير أن المشكلة تكمن في أن وجود حقيقة واحدة من أصل اثنتين، يتم تصنيفها في دراسات عديدة على أنها أيضًا كذبة! يعني ذلك أن دقة هذه الأجهزة لا تزال غير كافية لاستخدامها كدليل قاطع.

دعونا نأخذ حالة محددة. خلال العام ٢٠١٢، خضع رجل يدعى غاري سميث Gary Smith للامتحان، في مختبر بولاية ميريلاند Maryland، بالشمال الشرقي للولايات المتحدة الأمريكية. انزلق بهدوء، مُدخلًا رأسه أولاً داخل اسطوانة بيضاء. تبدأ آلة الرنين المغناطيسي في الاشتغال بصوت مكتوم: الهدف من العملية هو رؤية نشاط دماغ الشاب مباشرة فيما يرد هو بصوت عال على الأسئلة التي تمر على شاشة وضعت على مستوى نظره. فجأة، يأتي السؤال الحاسم: "هل قتلت مايكل ماكوين Michael McQueen"؟ للمرة الألف يجيب هذا الرقيب السابق في الجيش بالنفي وهو يتمنى من كل قلبه أن تثبت الآلة أخيرًا براءته...

عند خضوعه للاختبار، كان هذا العسكري الأمريكي، في الواقع، قد أمضى وراء القضبان أكثر من خمس سنوات. في العام ٢٠٠٧، تم الحكم عليه بجريمة قتل مايكل ماكوين زميله في الشقة الذي حارب معه في أفغانستان. فقد عُثر على الشاب الذي كان في الـ ٢٢ من عمره مقتولاً في شقته، مصابًا بطلق ناري في رأسه. عندما وصل رجال الشرطة إلى الشقة، كانت ←

ميشا ديفونسيكا

الكذبة الأكثر جنونًا

لقد كانت قصة جميلة للغاية. قررت طفلة يهودية، بعد قيام النازيين بترحيل والديها، أن تذهب لملاقاتهما. قطعت الطفلة ألمانيا ثم بولندا سَيرًا على الأقدام، حيث نجحت مرتين في أن تتبناها مجموعات من الذئاب ساعدتها على البقاء حيّة خلال رحلتها المضنية. نُشر كتاب في العام ١٩٩٧ بفرنسا، وصدر فيلم سنة ٢٠٠٧، يرويان هذه القصة العجيبة "قصة حقيقية لناجية من <المحرقة>". بينما لاقى الفيلم نجاحًا باهرًا، برز جدل كبير: ما كل هذا إلا قصة تم تلفيقها. أمام إثباتات الخدعة، اعترفت المؤلفة في فبراير ٢٠٠٨: أنها لم تكن يهودية، ولم تسافر أبدًا في أوروبا سيرًا على الأقدام، ولم تتبناها الذئاب قط. في المقابل، فقد رُحِّل والداها فعلاً خلال الحرب العالمية الثانية لأنهما كانا متورطين في شبكات للمقاومة. تشرح ميشا ديفونسيكا Misha Defonseca القضية قائلة: "لقد مزجْتُ كل شيء. ففي بعض الأوقات، وجدت صعوبة في التمييز بين ما كان حقيقيًا وبين ما كان عالمي الداخلي" قبل أن تضيف: "أعتذر لكل الذين شعروا بخيانتي لهم".

لانس آرمسترونق

الكذبة الأطول

لقد كان في القمة، ومتفوّقا جدًا على كل منافسيه. كان يدوس بسرعة، بسرعة فائقة ولا يتعرّق حتى عند وصوله إلى المراحل الجبلية بعد كيلومترات طويلة من السباق! كان لانس أرمسترونغ Lance Armstrong يقسم ويده على قلبه، بأنه لا يستهلك أي نوع من المنشطات. والجدير بالذكر أن نتائج فحص المنشطات للبطل الأمريكي لم يسبق وأن كانت إيجابية. استمرت هذه التمثيلية أكثر من عشر سنوات. بعدها بدأت تتراكم اتهامات زملائه في الفريق، ومعالجيه، ومدربيه. الأمر الذي قاد إلى إجراء تحقيق في العام ٢٠١٢. خلص البحث إلى أن الدرّاج لم يستفد فحسب من برنامج للمنشطات متطوّر للغاية بل استفاد أيضًا من تواطؤ عدد من منظمي السباقات ومن اتحاد الدرّاجين الدولي. في النهاية، اعترف لانس أرمسترونغ في العام ٢٠١٣، خلال مقابلة تلفزيونية، أنه لجأ إلى المنشطات أثناء دورات فرنسا السبع التي تُوِّج فيها...

قصص حقيقية عن أكاذيب كبيرة



ANTHONY GEOFFROY POUR SVJ

فيليب بير

الكذبة الأوقح

في العام ١٩٩٧، وصل روجيه مارتن Roger Martin إلى سان مارسو (Saint-Marceau) (سارت Sarthe، فرنسا) وأعلن بأنه مكلف ببناء جزء من الطريق السريع رقم A28. وظف عمالاً، واستأجر معدّات قبل أن يتم اكتشاف الخدعة: الرجل يدعى فيليب بير، ليس مهندسا ولا توظفه أية مؤسسة للأشغال العمومية. ومن جديد، في العام ٢٠١٠: هذه المرة، يتقدم نفس المحتال باسم فيليب لوبير Philippe Lebert، مدعيًا أنه مرسل من قبل وزارة الزراعة ومكلف بتنسيق أعمال تنظيف مقاطعة شارون (Charron) في الشارانت ماريتيم (Charente-Maritime) في فرنسا التي اجتاحتها العاصفة زينثيا (Xynthia). عمد هذا المحتال إلى مصادرة الوقود، قبل أن يفتضح أمره مجددًا ويحكم عليه بالسجن أربع سنوات نافذة بتهم تتعلق بأكثر من خمسين مخالفة وسوء ائتمان...

ثامسانغا جانتجيي

الكذبة الأطرف

كان يومئ بطريقة غريبة. حدث ذلك في ديسمبر ٢٠١٣، خلال مراسيم جنازة رئيس جنوب إفريقيا السابق نيلسون مانديلا Nelson Mandela. إلى جانب أهم قادة المعمورة، كان يفترض بثامسانغا جانتجيي Thamsanga Jantjie أن يترجم خطاباتهم كلها بلغة الإشارات. إلا أن الصم لم يفهموا شيئًا من حركاته. والسبب: لم يكن ثامسانغا مترجمًا رسميًا على الإطلاق! إنه كاذب صاحب سوابق في هذا التحايل. فقد سبق وأن قدمت جمعية الصم في جنوب إفريقيا شكوى ضده بعد أدائه المجنون في عدد من المناسبات. من جانبه، كان ثامسانغا يتحجج بنوبة من <الفُصَام< لتفسير عمليات احتياله.

إضاءة

المحرقة ("كارثة" بالعبرية) هي التسمية التي أطلقت على إبادة مجموعات سكانية يهودية على يد ألمانيا النازية خلال الحرب العالمية الثانية.

الفُصَام هو اضطراب عقلي يؤثر على التفكير والإدراك والوجدان والسلوك (في الحالات الشديدة، قد تظهر أعراض من الهذيان).

الكشف عن المعلومات الكاذبة الواردة في شبكة الإنترنت بواسطة برنامج

"حرر مخربون حيوانات من حديقة حيوانات لندن، وشوهد نمر في الشوارع. هذه ليست مزحة!". نشرت هذه التغريدة، ليلة ٨ أغسطس ٢٠١١، في ذروة أعمال الشغب التي هزّت العاصمة الإنجليزية، وتناقلها مئات المشتركين بشبكة التواصل الاجتماعي. اكتسب هذا الإعلان زخمًا معتبرًا بسرعة البرق حتى أن بعض الصحف الإلكترونية نشرت الخبر بدورها. حدث ذلك في وقت كانت تنام فيه الحيوانات بهدوء في أقفاصها. لا، لم يحرر الحيوانات أحد، ولا أحد قام بحرق "عين لندن" London Eye، وهي العجلة الكبيرة المحاذية لنهر التايمز. غير أن هذه الشائعات الباطلة تم تناقلها بسرعة جنونية بسبب سذاجة بعض مستخدمي التويتر وسرعة تصديقهم. وقد تسببت في فوضى عارمة حيث شعر سكان لندن بالقلق، وكثّفوا الاتصال بمراكز الخدمة الخاصة بالبلدية والشرطة والإطفاء، مما أدى إلى تأخير معالجة حالات الطوارئ الفعلية.

تعتبر مواقع التواصل الاجتماعي أدوات ممتازة لبث المعلومات، لكنها فعالة في الوقت ذاته أيضًا لنقل الأكاذيب. فكيف نتجنب انتشار هذه الأكاذيب؟ في الواقع، يتحقق ذلك بالتعرف عليها في أسرع وقت ممكن. إنه أحد الأهداف التي سطرها باحثون من جامعة شيفيلد (Sheffield) الإنجليزية، وهذا بمشاركة جامعات وشركات عديدة موزعة عبر سبعة بلدان. يحمل مشروعهم الذي يموّله الاتحاد الأوروبي اسمًا: "فيم" Pheme، وهو اسم آلهة الشُهرة عند الإغريق، والتي كانت تنشر الشائعات والأخبار الكاذبة. يتمثل المشروع في ابتكار برنامج قادر على التعرف إلى المعلومات المغلوطة التي تظهر على شبكات التواصل الاجتماعي (تويتر، جوجل بلاس، فيسبوك...) وذلك بتحليل النص والبحث عن مروجي الأخبار (راجع النقاط الخمس بدءًا من "البحث عن علامات الغضب..."). سيكون الإصدار الأول للتطبيق متاحًا في غضون ١٨ شهرًا... إن سارت الأمور على ما يرام!

١ البحث عن علامات الغضب

من المفترض أن يفكك برنامج "فيم" الرسالة بفضل أدوات "البحث في النص" Text Mining، وهي الأدوات المستخدمة عادة لدى محركات البحث، مثل جوجل أو بينغ Bing. بذلك يمكن لـ"فيم" استخراج علامات عداء أو إثارة محتملة بجمع علامات التعجب أو عدد الكلمات المكتوبة بأحرف كبيرة... وكل ما أمكن من العلامات الهادفة إلى لفت الانتباه والتي تحتمل الإشارة إلى بعض الأكاذيب.

٢ إيجاد معلومات جديرة بالثقة

بعد تفكيك النص، يبحث "فيم" في شبكة الإنترنت عن مصادر معلومات جديرة بالثقة لمقارنة محتوى الرسالة المُشاعة مع محتوى المواقع الرسمية. مثلاً: لو كانت حيوانات حديقة لندن قد حررت فعلاً، لتناقلت الصحف البريطانية ومصالح البلدية أو الشرطة الخبر. وبما أن هذه المصادر لم تشر إلى الموضوع، فهذا يعني حتما أن الأمر يتعلق بمجرد شائعة.

أتقسم أن تقول الحقيقة، كل الحقيقة؟

← ملابس غاري سميث ملطخة بالدم وعلى يديه آثار البارود. في شهادته الأولى، أخبر أنه لم يكن في الشقة حال وقوع الجريمة. لكنه عاد في شهادة ثانية ليؤكد بأن مايكل انتحر أمام عينيه مستعملاً مسدس الخدمة الذي يمتلكه غاري! وهو ما تسبب له في جزع: تخلص عندها من المسدس في بحيرة، ثم اتصل بالنجدة. خلال المحاكمة، قادته تناقضات شهادته مباشرة إلى السجن. إلا أن محاميه تمكّن من الحصول على محاكمة ثانية في العام ٢٠١٢. عندها طالب بأن يخضع موكله لاختبار بالرنين المغناطيسي، آملاً أن يقنع لجنة المحلفين بصدقه... وبراءته.

خلال ذلك الاختبار، في صيف ٢٠١٢، أجاب غاري على أسئلة مختلفة تخص حياته. طُلب منه في بعض الحالات بأن يتعمد الكذب، مثل الإجابة عن السؤال: "هل خدمت في العراق؟". وفي هذا السياق يوضح فرانك هايست Frank Haist، مدير مختبر تصوير الأعصاب في جامعة سان دييغو (San Diego) بالولايات المتحدة الأمريكية، الذي أشرف على هذا الاختبار: "لقد سمح لنا ذلك بمعرفة كيف يبدو دماغه عندما يكذب". ثم أردف مؤكدًا: "عندما أجاب بالنفي على سؤال:



٣ طرد الأشباح

يـولي "فيـم" أهميـة خاصـة إلى رسائـل تضم محتويـات أشبه بالقنابل الموقوتـة إذا ما تم نشرها من طرف عدد كبـير مـن الحسابـات في آن واحـد: في هذه الحالة، سيصير الاحتمال كبيرا في أن يكون الأمر يتعلـق برسالة خبيثـة قد بعثت بها شبكة حواسيب مصابـة بفيروس (إنها "آلات الأشبـاح" zombie computer). بمجرد أن يتم رصدها، تخزّن حسابات تويتر المعنية في ذاكرة وتَخضع نشاطاتها إلى مراقبة صارمة.

٤ تخزين الحسابات المشبوهة في الذاكرة

يحلل "فيم" طريقـة انتشار الرسائل ويحتفظ بأثر الحسابات التي تقـف خلف الشائعات الكاذبة. بهذا، سيرنّ جرس الإنـذار إذا ما اكتشـف تغريدة يتداولها عدد كبير من المستخدمين سبـق وأن تورطـوا في نشـر شائعـات باطلة. كمـا سيطلع "فيـم" أيضًـا علـى ماضـي المستخدمـين الذيـن يكتبـون تغريـدات مشبوهة فيهـا. إذا سُجّل الحساب حديثا، فالحذر واجب: ربمـا تم فتحه بغرض نشر شائعة لا غير.

٥ تقديم قائمة تحليلية

بعـد انتهـاء التحليـل، تظهـر النتيجـة بصـورة آنيـة علـى شاشـة المستخدم في شـكل جدول يبـين كيفيـة انتشار الشائعـة. إلى جانـب ذلـك يظهـر هـذا الجـدول أيضًـا، "مؤشـر مصداقيـة" المعلومـات، ونسبـة مستخدمـي الإنترنـت الذيـن يصدقونهـا، والمشككين أو الذين لا رأي لهـم، فضلاً عن خريطة للمنـاطـق التـي تصـدر منهـا المعلومـات (بـفـضـل لاقـط "نـظـام التـمـوضـع العالمي" GPS المدمـج في الهواتـف الذكية للمستخدمين).

"هل قتلت ماكوين؟"، اختلف نشاط دماغه عن ذاك الـذي تمّ رصده خـلال أكاذيبـه". وأضاف فرانـك هايست: "مـع أن هذا لا يؤكـد لنا بشكل قاطع على أنه يقول الحقيقة...".

اليقين المستحيل...

حتـى ندقق الأمـور، دعونـا نتخيل بـأن هذا الشـاب كاذب. إنـه يكـرر هذه الكذبـة منذ أكثر مـن ست سنوات، لقـد حفظها جيـدًا. لعله يكون قـد أقنع نفسه أيضًـا بنسيان ما حصـل بالفعل. وبالتـالي فـإن رواية سيناريو الانتحـار لن تنشط خلايـا عصبية أكثر من تلك التـي تكون في حالة سرد الحقيقة! والأدهى من ذلك: أظهرت دراسة على أنه يكفي القيام بحركات خفيفة بأصابع يديه أو قدميـه داخل أسطوانة الرنين المغناطيسي لكي تتشوّه النتائج! إن اقتصـار القيام بهذه الحركات عنـد قـول الحقيقـة فحسب، فهـذا سيـؤدي إلى زيـادة في نشاط بعض الخلايـا العصبية في تلك اللحظـة، مـا يتسبـب في إخفـاء فـرط النشاط الناجـم عـن الكـذب! يؤكـد الباحـث جيريمـي ماتـوت قائـلاً: "إن الإشـارات الدماغيـة معقدة في حد ذاتها، ولكن عندمـا تتداخل مع الإشارات الناجمة عن الحركات، يصبح من الصعب للغاية تفسير الصور". في مواجهة هذه الشكوك، فضلت محكمـة ماريلانـد الامتناع عن الأخـذ بالاعتبار نتائج الرنين المغناطيسي، واعتبرت غاري سميث مذنبًا... للمرة الثانية. ■

(1) COMMENT REPÉRER LES MENTEURS, Science & Vie Junior 297, PP 30-39
(2) Lise Barnéoud, avec Philippe Fontaine



S.AQUINDO

يكلّف القضاء على التهابِ الكبد الفيروسي ج مبلغًا... باهظًا!

كان من الممكن أن يتميّز العام ٢٠١٤ بإطلاق حملة أوروبيّة كبيرة للقضاء على التهاب الكبد الفيروسي ج، الـذي يصيب نحو ٩ ملايين أوروبي. في الواقع، وللمرّة الأولى، يعـدّ الطـب نفسه قـادرًا على هـزم هذا الداء بفضـل جزيئات جديـدة (سوفوسبوفـير sofosbuvir، سيميبريفـير siméprévir، داكلاتاسفير daclatasvir، ليديباسفـير lédipasvir). ونظرًا لحالـة الشفاء التام ولقلّـة الآثـار الجانبيّـة فقـد أقنعـت تلـك العلاجات الشركـة الأوروبيّـة لدراسـة الكبـد بأنّـه مـن الممكن القضـاء علـى الفيروس مـن القارة. كيـف؟ بالكشف منهجيًّا علـى الأشخاص المعرّضـين، ولمعالجتهم بتلك الجزيئات حتى في غياب العوارض المباشرة.

في فرنسـا، لا يـزال بعض الأطبـاء يـتردّدون في خوض تلـك الحملـة الكبـيرة ووصـف تلـك الأدوية الجديـدة متذرّعـين بثمنهـا: نحـو ٩٠ ألـف يـورو (مـا يعـادل ٤٥٠ ألـف ريـال سعـودي). إنّهـا مشكلة تعرفهـا جيّـدًا بلدان الجنـوب التي عندمـا ترغب في القضـاء على مرض معدٍ، تصطدم غالبًا بثمن الأدوية الباهـظ، لكـن هذه الحالـة في فرنسـا وفي أوروبا تعدّ حالة غـير مسبوقـة. هل ستعيـد السلطـات الصحيّة التفاوض حول أسعـار العلاجات؟ علـى كلّ حال، من المؤكـد أنّنا سنضطـر إلى ذلك لمنـح الفرصة للقضاء على المرض.

R.P.





استمع واستمتع أينما كنت
بالبث الصوتي في مجالات
علمية متنوعة

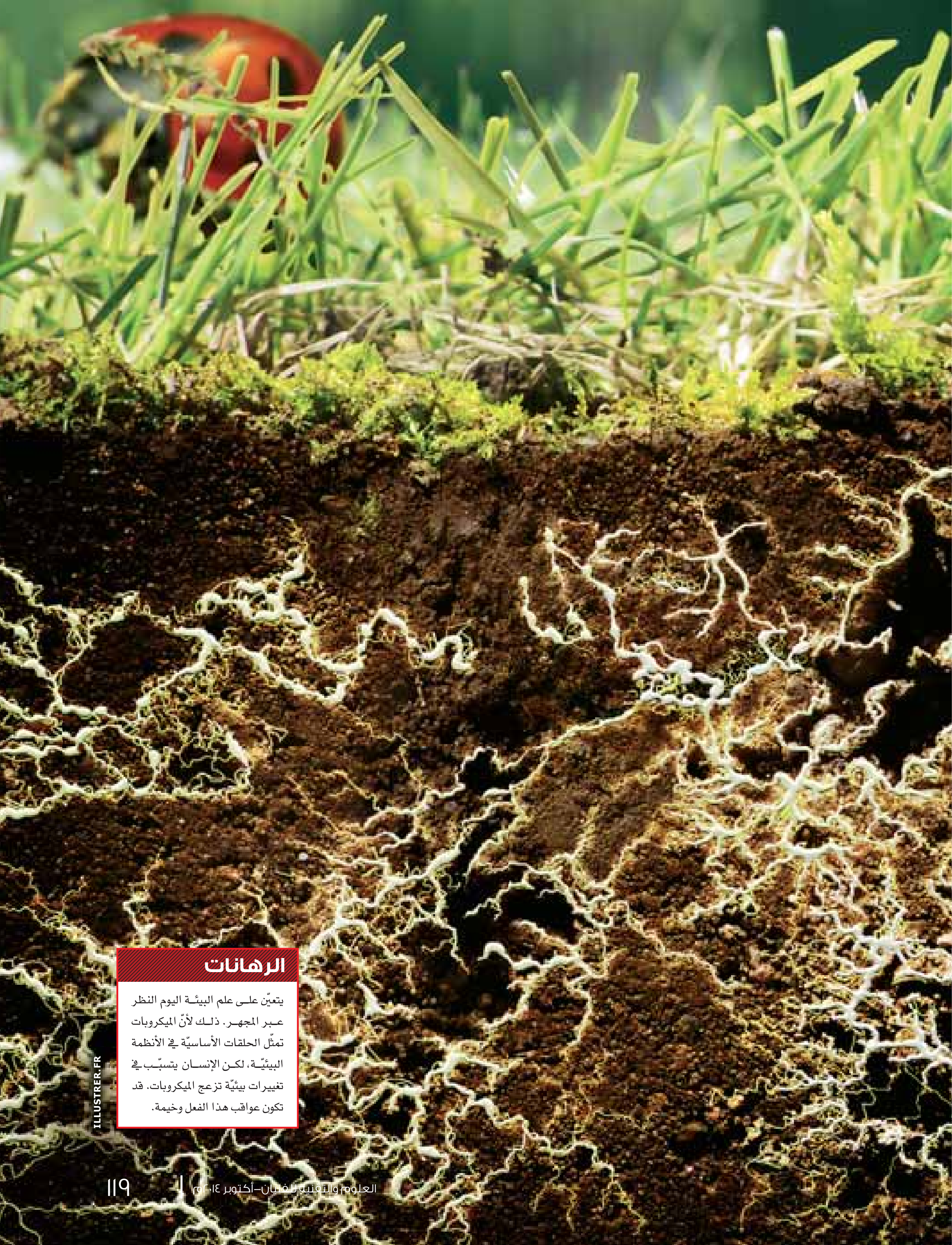
تابع حديث العلوم على الرابط:
http://soundcloud.com/kacst



الميكروبات الأرضية
إليكم الكون المجهري الحقيقي[١]

إنّها في كلّ مكان، على الأرض وفي المحيطات والصحارى. بفضل أحدث تقنيات التسلسل، انتهى الأمر بالكشف عن الفوائد المدهشة التي توجد تحت أقدامنا. دعنا نغوص في عالم الميكروبات التي تعيش تحت الأرض، إنّها بمنزلة نجوم حقيقيّة في فيلم الحياة.

بقلم: إلزا عبدون[٢]



ILLUSTRER.FR

الرهانات

يتعيّن على علم البيئة اليوم النظر عبر المجهر. ذلك لأنّ الميكروبات تمثّل الحلقات الأساسيّة في الأنظمة البيئيّة، لكن الإنسان يتسبّب في تغييرات بيئيّة تزعج الميكروبات. قد تكون عواقب هذا الفعل وخيمة.

هنـا المـكان الـذي يحصـل فيـه كل شـيء. هنا تكتـب المآثر العظيمـة وأسوأ السيناريوهـات الكارثيــة. هنـا؟ تحـت أعيننــا أو بالأحـرى تحـت أقدامنـا، وبمقياس لا ندركه لأنّه أصغر منّا بكثير: ألا وهـو مقياس الميكرومـتر. ذلـك لأنّ العـالم الصغير (microcosm) الحقيقي ليس دود الأرض أو المركّبـات العضويّة المسؤولة عن التربة الجيدة، بل إنّ الأرض تخفـي ملـح الحيـاة علـى مستـوى عالم الميكروبـات. على هـذا المقياس، تنكشف مملكة الأحياء الفعليّة، تلك الدعامة غير المرئيّـة الكائنـة تحت الأرض التي تقوم عليها كلّ أنظمـة الكوكب البيئيّة. هذا ما لم يقسه أحد كليًّا حتى الآن.

مـع ذلـك، فمنـذ نهايـة القـرن السابـع عشر الميلادي، تفحّص العلماء بمجاهرهم تلك الأجسـام الغريبة، ومن ثمّ، أخذت أهميّة هذه الكائنات المجهرية الغريبة تتجلّى أكثر فأكثر.

تـبرز أوّلًا تلـك الأهميّـة مـن كـون الميكروبـات تشـكّل عالمًـا بالـغ التنـوع يتـوزّع في حقول الحياة الكبـيرة الثلاثة: البكتيريا، والخلايا حقيقيّة النواة (وهي أجسـام تحوي نواتُهـا حمضَهـا النووي، مثل الفطريّـات أو الطحالـب المجهريّة) وأخيرًا الأصليّات (كائنات خاصة وحيدة الخليّة).

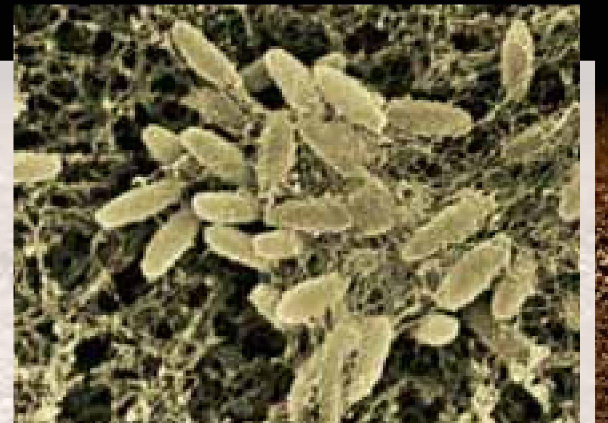
فضـلًا عـن أنّ تلـك الميكروبـات منتشـرة في كلّ الأماكـن: متكافلـة أو متطفلة عند النبـات والحيوانات، وأيضًا في المحيطـات والبحـيرات والصحـارى والغابات، وهي تطفـو فوق الماء أو تختبئ بمقدار بضعة أمتار تحت سطح الأرض.

بقيّة الكائنات الحّية مجتمعة لا تتعدّاها وزنًا

يقدّر براجيش سينغ Brajesh Singh، وهـو أستـاذ في علـم أحيـاء الميكروبات بالجامعة الغربيّة في سيدني (أستراليا) "أنّ الميكروبـات تمثّل أكثر من ٥٠٪ من الكتلـة الحيويّة العالميّـة". بعبارة أخرى، لو يتـمّ وزن كلّ الحيوانات والنباتات على الأرض وفي المحيطات، بمـا فيها الحوت وشجر التبلدي الإصبعـي (أو الباوباب) والـ ٧ مليارات نسمـة من البشر فسيكون مجمـوع كُتـل كلّ تلـك الأحيـاء أقـلّ من مجموع كُتل الميكروبات التي تحيط بنا!

لقـد تم –أخيرًا– التأكّـد من أنّ تلك الميكروبـات تشـكّل حلقـة ضروريّة لعمل الأنظمـة البيئيّـة ودورة الحيـاة، وهـذا يحـدث في كلّ مـكان، خاصّـة في التربـة حيـث تحـوّل البكتيريـا النيتروجـين في الغـلاف الجوي إلى نـترات فتحلّل المادّة العضويّـة الميّتـة وتحوّلهـا إلى مغذّيـات يستهلكهـا النبـات، كمـا يحـدث في المحيطـات حيث تنتج البكتيريـا الزرقاء ٤٠٪ مـن أكسجـين الغـلاف الجـوّي، والجديـر بالملاحظـة أن الفضـل يعـود إليهـا في تحميل الغـلاف الجوي الأرضي بالأكسجـين منـذ ٢,٤ مليـار سنة، ومن ثمّ تمكّنـت الحياة الأكثر تعقيدًا –الحياة العِيانيـة (الماكروسكوبية)– مـن النمو. يختصـر براجيش سينـغ الموضوع قائلًا: "الأرض كوكب ميكروبـيّ" غير أنّ تلك الإمبراطوريـة تحـت الأرضيّـة لم يكـن ينشغل بها أحد من علماء البيئة قبل نحو عشر سنوات.

علينـا أن نشـير إلى أنّ حجمهـا المجهـريّ يفيـد بـأنّ الميكروبـات قادرة



في المروج

تهرب البكتيريا الحمضيّة من الجفاف

عندمـا ترتفع الحرارة بدرجتـين مئويّتين فـإنّ الجفاف المترتّب علـى ذلك يؤدّي إلى اضطراب في تكوين الميكروبات كلّه في مروج أوكلاهوما (Oklahoma) بالولايات المتحدة الأمريكية. تنخفض عندئـذ كميّـة البكتيريـا الحمضيّـة، علمًـا بـأنّ هـذه الفئة من البكتيريـا التي لا تزال غير معروفة تـؤدّي دورًا بيئيًّا على الأرجح أنّه بالغ الأهميّة، وما يدعو إلى هذا الاعتقاد أنّها بكتيريا تتواجد بكميّات كبيرة في معظم الأنظمة البيئيّة...

على قطع مسافات طويلة للغاية بفضل الريح، ما دفع العلماء إلى التسليم بأنّ الجماعات الميكروبيّة هي نفسها -عمومًا- في كلّ أنحاء العالم.

فضلًا عن ذلك فإنّ عددها اللّانهائي وتكاثرها اللامحدود يشيران إلى أنّها قادرة على التكيّف السريع مع كلّ أنواع البيئات، ما جعل العلماء يفترضون خلال مدّة طويلة أنّ حساسيتها للاضطرابات البيئيّة ضعيفة.

أُهمِل الموضوع حتى نهاية التسعينيّات من القرن الماضي إذ "لم يكن من الممكن أن تتم دراسة تلك الميكروبات بسبب عدم قابليتها للزرع" حسب تانيا ويك Tanja Woyke، مديرة برنامج علم الجينوم الميكروبي في المختبر القومي لورانس-بيركلي Lawrence-Berkeley (الولايات المتحدة الأمريكية) وهكذا فإنّ أقل من ١٪ من الميكروبات تظل حيّة خارج بيئتها الطبيعية، إلّا أنّه لمدّة طويلة، كان تكاثر هذه الميكروبات في المختبر ضروريًّا لتسلسل الجينوم فيها.

إنّها مفتاح مصير كلّ الأنظمة البيئيّة

في نهاية الألفيّة الماضية، غيّر التحسّن السريع في تقنيات تسلسل الجينوم كلّ شيء، فقد تم تطوير طريقة جديدة، هي "علم الجينوم الشامل" (Metagenomics) لدراسة جينات كلّ أنواع الميكروبات الكامنة في العينة نفسها من المراعي، أو البحيرات أو الغابات، من دون الاضطرار إلى زرعها في المختبر.

والجدير بالذكر أنه صارت الآن بعض الجزيئات من الحمض النووي تكفي لتحديد التسلسل بدقة عالية. فلم يعد من الضروري تكاثر الميكروبات مسبقًا في أطباق بتري (Petri).

يتعرّف علماء الأحياء الدقيقة -أيضًا- إلى أجناس جديدة، خاصّة تلك التي يعجزون عن زرعها في المختبر وتوقعّ آلية عملها الحيوية. هذا ما يدلّ على مدى جهلهم بموضوع الميكروبات التي تقاسمنا كوكبنا. علينا أن نعترف بأنّ الميكروبات هي اللّاعبة الأساسيّة في الحياة الأرضيّة ومفتاح مصير كلّ الأنظمة البيئيّة.

يقرّ روبرتو دانوفارو Roberto Danovaro، الأستاذ في علم البيئة بجامعة ماركس (Marches) المتعدّدة التقنيات (إيطاليا) قائلًا: "تتحكّم الميكروبات -تقريبًا- في كلّ أشكال الحياة الأخرى".

المفاجأة الأولى: "تلك الميكروبات متنوعة مئة مرة، أو ألف مرة، أكثر ممّا كنّا نتصوّر" بحسب ما أكّده مارك أندريه سيلوس Marc-André Sélosse، الأستاذ في المتحف القومي للتاريخ الطبيعي (الفرنسي) والاختصاصي في الكائنات المجهريّة التي تنمو على الأرض، والملاحظ أنّه حتى لو كانت ←

وقائع وأرقام

ظهرت الميكروبات على الأرض منذ **٣,٥ إلى ٣,٨ مليار سنة**.

يقدّر عددها اليوم بـ ١٠^٣٠^ ميكروبًا، موزّعة في ملايين -بل مليارات- أجناس البكتيريا الوحيدة الخليّة، والأصليّات. تمثّل كتلتها أكثر من ٥٠٪ **من كتلة الأرض الحيويّة**.

هناك نحو ٩٥٪ من تلك الكائنات المجهريّة لا تزال تنتظر **اكتشافها**.

في الغابات

بكتيريا جيماتيموناديتيس (Gemmatimonadetes) ضحية اقتطاع الأشجار

في الأمازون، يتسبب اختفاء الأشجار عن سطح الأرض بانقراض أجناس ميكروبيّة متوطّنة في باطن الأرض، حتّى الجماعات التي تتكيّف مع بيئات كثيرة، مثل بكتيريا جيماتيموناديتيس التي تعيش في المروج وفي الأراضي المزروعة تشهد انخفاضًا في أعداد جماعاتها.

← التقديـرات مازالـت غامضة بهذا الشـأن فإنّـه يوجد "في جـرام واحد من التربـة، ما بين عشـرات الآلاف من أنواع البكتيريا وملايين عديـدة منها" بحسب تقدير براجيش سينغ.

المفاجأة الثانية: العالم المجهري ليس متناغمًا بقـدر ما تصوّرناه، فقد أظهرت دراسـتان نشرتـا في العـام ٢٠٠٣ -حول بكتيريـا مـن الأصليـات ومـن البكتيريا الزرقاء- أنّ تلـك الميكروبات مختلفة في المنابع الحارّة الواقعـة في أماكن مختلفة مـن العالم. يبدو أنّ هنـاك تنوّعًا شاملًا وأيضًـا أنظمـة بيئيّـة متعـددة تتألـف مـن أنـواع مختلفـة بحسب المكان الذي توجد فيه.

من ثـمّ نصـل إلى خلاصـة تفرض نفسهـا يختصرهـا غاريـت غريفيـث Garreth Griffith، الأسـتـاذ في علــم الفطريات بجامعـة أوسلو (النرويج) في قولـه: "يوجـد أكـبر تنـوّع في الكوكب في باطن التربة".

هناك مفاجـأة أخرى مـن مفاجآت العـالـم المجهـري: ضخامـة تأثـير هـذا العـالم على العالم الكبـير. ذلك لأنّ علم الجينـوم الشامل "ميتاجينـوم" لا يخوّل التعـرّف إلى أنـواع جديـدة فحسـب، بل يسمح أيضًا بتحدد الجينات التي تحملها تلـك الأنـواع، ومـن ثـمّ تـؤدي إلى توقّع

هذا العالم المجهري يقع على الخطوط الأولى في مواجهة الاضطرابات التي تتسبب فيها يدُ الإنسان

آليـة عملها الكيموحيويـة، ما يكشف عن قدرات مجهولة حتى الآن.

يقـول مـارك أنـدري سيلـوس: "اكتشفنـا عنـد البكتيريـا -مؤخّـرًا- نشاطًـا أيضيًا كان مجهولًا كليًا حتى الآن يسمح بإعادة تدوير النيتروجين في غياب الأكسجـين" وظهر لاحقًـا أنّ لهذا العمل دورًا حاسمًـا في معظـم الأنظمة البيئيّة، إمّا من ناحية إزالة النترات من الأراضي أو في إعـادة تدويـر النيتروجـين القابل للذوبان في المحيطات.

نلاحظ أنّه حتى الميكروبات المعروفة مـن ذي قبل تفاجئنا بمـدى التأثير الذي تمارسـه في الأنظمـة البيئيّـة، بـدءًا من الفطريـات المجهريّـة، التـي يبـدو أنّهـا تؤدّي دورًا أساسيًـا في ظهور أنواع نباتية غَازِيَة. هذا ما تشـير إليه دراسة نشرها جـون كليرونوموس John Klironomos مـن جامعة غيلف (Guelph) (كندا) في العـام ٢٠٠٢: تُجَمّع تلـك النباتات ببطء أكبر من غيرها الفطريّات الممرضة على مستوى جذورها، ما يسمح بتكاثرها.

تجـدر ملاحظـة أنّ تلـك الفطريّات الممرضة أساسيّـة للمحافظة على التنوّع الأحيائـي الكبير في الغابـات الاستوائيّة. لقـد تم التأكّـد من هـذه الفرضيـة التي أطلقهـا منـذ العـام ١٩٧٠ عالمـا البيئة: دانيال جانزيـن Daniel Janzen وجوزف كونـل Joseph Connell – في شهر فبراير

في الجبال

بكتيريا الشعاويات تعجّ تحت أقدام الماشية

يغـيّر مرعـى القطاس في جبال التيبـت تغييرًا عميقًـا الدورات الكيميائيّـة الأحيائيّـة الجيولوجيّة في التربـة: تتكاثر الشعاويات التـي تنتـج النـترات فيمـا ينخفـض عـدد البكتيريا التـي تنتج الميثـان، كما يتغير الجينوم -أيضًا- مـع ظهور الجينات المقاومة للمضادات الحيويّة مثلًا.



الميكروبات: أداة جديدة للتحكّم في الأنظمة البيئيّة؟

إن كانت الاضطرابات العرضية للميكروبات الأرضية تُنذر بعواقب مؤذية لبيئتنا، فهل نتخيّل أن نستعمل تلك الميكروبات للتحكّم في أنظمتنا البيئيّة؟ تؤكّد ذلك تجارب عديدة، سيما إذا تعلّق الأمر بإعادة تجديد مراع أو غابات في مناطق زراعيّة قديمة، عندئذ يصبح من السهل إعادة إدخال نبتة السبيروبولاس رايتيا (Sporobolus wrightii)، النموذجيّة في مراعي أمريكا الشماليّة ومناطقها الرطبة إن كان النبات قد لُقّح مسبقًا ببعض الفطريّات المجهريّة.

أظهرت دراسة حديثة أخرى أنّ بكتيريا تركيبيّة ضوئيّة -وهي الزراقم (cyanobactéria)- قادرة على اعتراض ظاهرة التصحّر: زُرعت على امتداد ٣٠ كلم في حدود صحراء كوبوكي (Kubuqi) الشرقية في منغوليا الداخليّة (الصين)، وساهمت خلال ثماني سنوات في نموّ نبات الحزاز والأشنة. من شأن هذه القشرة النباتيّة تثبيت التربة.

مسلك آخر: يمكن إدخال ميكروبات ممرضة للتخلّص من بعض الأجناس الغَازِيَة (نبات وأيضا لافقاريات صغيرة). لكن ذلك الحلّ لم يتم اختباره بعد في الظروف الطبيعيّة بسبب الأخطار الكامنة التي لم تتم السيطرة عليها لحدّ الساعة بالنسبة إلى الأجناس الأخرى المتوفرة.

C.NURIDRARY LM PERENNON/SPL COSMOS - C CALA

٢٠١٤ من قِبَل باحثين في جامعة أكسفورد Oxford (بريطانيا). فبعد أن رشّوا بمبيدات للفطر أقسامًا من إحدى غابات بيليز (Belize) لاحظ هؤلاء الباحثون أنّ اختفاء الفطريّات أدى إلى انخفاض في التنوّع الأحيائي النباتي.

ما السبب؟ تتكاثر الميكروبات الممرضة بسهولة أكبر بين الأجناس المسيطرة التي يوجد أفرادها -المتشابهة ماديًا- بأعداد كبيرة للغاية، ومن ثمّ تمنعها الفطريّات من كثرة الانتشار ومن التخلّص من أجناس أخرى أقل تميّزًا، فيعود جرّاء ذلك التوازن بين معدّل القوة في وسط النظام البيئي، لكن المفاجأة الكبرى لهذا الكون المجهري تكمن في عدم استقراره. إنّ الأنظمة البيئيّة الميكروبيّة توجد في كلّ أنحاء الأرض منذ مليارات السنوات، وقد كان الباحثون يتصوّرونها مستقرّة، لكن اتضح الآن أنّها قادرة -في الواقع- على التحوّل رأسًا على عقب عندما تخضع لتغييرات بيئيّة.

حسّاس تجاه البيئة

اتضح أنّ هذا العالم غير المرئي يواجه بشدّة الاضطرابات الكثيرة التي فرضها عليه الإنسان، فقد كشف -مثلًا- فريق باحثين أمريكيين وبرازيليين خلال عام ٢٠١٣ عن أنّ تدمير غابة الأمازون قد يؤدّي إلى انخفاض في التنوّع الأحيائي البكتيري، وخاصّة إلى اختفاء بعض السلالات المتوطّنة، وفي العام نفسه، عرض باحثون من جامعة تسينغوا (Tsinghua) في الصين الاضطراب الذي يصيب الميكروبات على مرتفع التيبت، بسبب مرعى الخرفان والقطاس، فهي تستهلك أعشاب المراعي وتدوس عليها وتتبرّز فيها أيضًا، ومن ثمّ تتغذى ←

في الصحارى



بكتيريا الميكروكولوس فاجيناتوس (Microcoleus vaginatus) تستسلم أمام الاحتباس الحراري

في صحارى أمريكا الشماليّة، تضمّن بكتيريا الميكروكولوس فاجيناتوس خصوبة التربة واستقرارها لأنها تتيح ظهور نبات الحزاز والأشنة. لكن الاحتباس الحراري سيجبرها على ترك المكان في غضون ٥٠ عامًا لصالح بكتيريا الميكروكولوس ستينستروبري (Microcoleus steenstrupii) المتسمة بخصائص أخرى تختلف عن سابقتها اختلافًا جذريًا. عواقب هذا التحوّل لا تزال مجهولة بالنسبة لانجراف التربة.

← الأراضي بالبكتيريا وتنتج النترات فتنخفض نسبة البكتيريا الفاعلة في إنتاج الميثان وفي دورة الكربون.

الأمثلة من هذا القبيل كثيرة: تلوّث بحيرة بسبب المعادن الثقيلة، والزراعة المائيّة على سواحل البحر الأبيض المتوسّط، وجمع الأخشاب في غابات بلاد الباسك (Basque) (فرنسا-إسبانيا)، وانبعاث شامل لثاني أكسيد الكربون... وهكذا، في كلّ مكان، تبدو الميكروبات حسّاسة تجاه تعديلات بيئتها كيفما كانت.

التغيّر المناخي له أيضًا تأثير في الأنظمة البيئيّة الميكروبيّة، فعلى سبيل المثال، في عام ٢٠١٣، أظهر فريق من جامعة ولاية أريزونا (الولايات المتحدة الأمريكية) كيف تعتمد الزراقم التي تضمن خصوبة الأراضي في صحراء شمالي أمريكا على الحرارة: بضع درجات إضافيّة تكفي لاستبدال سلالة غالبة من البكتيريا بسلالة أخرى.

جسم الإنسان، ذلك الكوكب الميكروبي الآخر

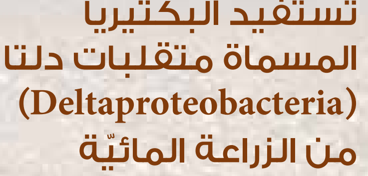
في الوقت الذي يدرك فيه علماء البيئة أهميّة الميكروبات في عمل الأنظمة البيئيّة الأرضيّة المختلفة، اكتشف الأطباء أهميّة بكتيريا الأمعاء لصحة الإنسان، وهكذا، فيما يهدف مشروع "الميكروبيوم الأرضي The Earth Microbiome" إلى تحديد الجماعات الميكروبية المرتبطة ببيئات مختلفة، تعمل مشاريع أخرى بالتوازي على تسلسل الميكروبيوم البشري، لتحديد الأجناس المرتبطة ببعض جماعات الأشخاص، ميزات وظيفية كانت أو أمراض.

المفاجأة: انكشف دورها -هنا أيضًا المسألة حاسمة- فبكتيريا الأمعاء لها دور في الأيض وفي المناعة إلى جانب دورها في صحّتنا العقليّة.

ظهر أيضًا أن ميكروبات التربة قادرة -في المقابل- على التأثير في مناخ الكوكب. في هذا السياق يقول بيرندان بوهانان Brendan Bohannan، مدير مختبر دراسة التنوع الإحيائي الميكروبي في جامعة أوريغون (الولايات المتحدة الأمريكية): "ندرس حاليًا الطريقة لضمّها في نماذجنا للتغييرات الشاملة". يدعو عمل الميكروبات في تدفّق ثاني أكسيد الكربون والميثان وثنائي النيتروجين إلى مراعاته في توقّعات التغيير المناخي المستقبلي: "حاليًا، تبطئ الميكروبات التغيير المناخي، خاصّة عند استهلاك ثاني أكسيد الكربون، لكنّنا في حالة حسّاسة للغاية من التوازن. من المثير للاهتمام التعرّف إلى نقطة التأرجح التي ابتداءً منها قد تسوء الأحوال".

تحوي دراسة مهمّة نشرت في أبريل ٢٠١٤ معلومات كثيرة عن هذا

في الأعماق البحريّة



تستفيد البكتيريا المسماة متقلبات دلتا (Deltaproteobacteria) من الزراعة المائيّة

في سواحل البحر الأبيض المتوسّط، وتحت أحواض مزارع تربية الأحياء المائيّة، تتكاثر الفيروسات وتُقتل البكتيريا، لكن لوحظ سيطرة بكتيريا متقلّبات دلتا المعنيّة في دورة الكبريت.

النتيجة: تَحلّل أكثر فعاليّة للمادة العضويّة وتأثيرات محتملة على السلسلة الغذائية.

الموضوع: فهي ترى مثلًا أنّ أكبر انقراض للأجناس شهدته الأرض منذ ٢٥٢ مليون سنة كان يعود في الواقع إلى تكاثر نوع جديد من الميكروبات!

المشروع الدولي «الميكروبيوم الأرضي»

في الواقع، أدّى النشاط البركاني القويّ في تلك الفترة إلى جرّ ترسّبات من كميّات كبيرة من النيكل إلى المحيطات، ما تسبّب في تكاثر البكتيريا القديمة (الأصليات) التي تقتات منها. تلك الميكروبات قادرة على تحويل الكربون العضوي إلى ميثان، وهو أحد أهمّ الغازات المتسبّبة في الدفيئة التي نعرفها.

إنّ أسباب البحث عن سبر باطن أرضنا بحثًا عن أصغر أشكال الحياة التي تعجّ فيه كثيرة ومتعدّدة. تنوع، ووظائف، واضطرابات... كنّا إلى عهد قريب نتحدّث عن مادة الحيّ السوداء، والآن تتوالى فيها الاكتشافات بسرعة تفوق تلك التي تجري على سطح الأرض، وهكذا ترتسم لوحة جديدة عن دور الكون المجهري البيئي، لكن تلك اللّوحة لا تزال نظريّة وتثير أسئلة أكثر مما ترسمه في الأفق من أجوبة.

إلى أيّ مدى علينا أن ننشغل بتأثير الاضطرابات البيئيّة الحالية في عالم الميكروبات؟ هل يطمئننا إثبات تنوعها اللامتناهي إلى أنّ بضعة أجناس مختفية يمكن أن تُستبدَل دائمًا بغيرها؟ ألا يعني اكتشاف ميزة كلّ نظام ميكروبي بيئي عبر العالم أنّ بعض الأجناس فريدة من نوعها، ومن ثمّ فإنه يتعذّر استبدالها؟

نحن ما زلنا في بداية المشوار في هذا العالم الجديد. تقول تانيا ويك في هذا الشأن: "اليوم، نقدّر أنّنا نعرف ٥٪ تقريبًا من كلّ التنوع الجيني للبكتيريا وبكتيريا الأصليات".

حتى نتمكّن ذات يوم من معرفة الـ٩٥٪ الباقية فإنّ الباحثة تانيا ويك تسهم اليوم في مشروع دولي كبير يتوقع أنّ يُسلسِل في غضون عشر سنوات، جينوم ٥٠٠ ألف جنس ميكروبي بفضل تحليل ٢٠٠ ألف عيّنة تربة، وجليد، وماء عبر العالم: "تستخرج مختبرات عديدة -حاليًّا- عيّنات من البحر الميت، ومن المرات البحرية...".

لقد أُطلق على هذا المشروع اسم "الميكروبيوم الأرضي The Earth Microbiome" وهو النظير البيئي للمشروع الدراسي الواسع، المسمى "الميكروبيوم البشري The Human Microbiome"، الذي يحدث ثورة منذ عشر سنوات في علم الأحياء والطب (راجع المربع " جسم الإنسان، ذلك الكوكب الميكروبي الآخر").

يعدّ ذلك إقرارًا بأنّ الفاعلين غير المرئيّين في الكون المجهري (الميكروبات) الذين جرى الاعتراف بهم مؤخّرًا هم سادة العالم الحقيقيّون.

ROCKY MOUNTAIN LAB/NIH - IJEM

* للاستزادة

لمشاهدة فيديو مباشر عن الجينية والميكروبات، ولقراءة المنشورات الأساسيّة الواردة في المقال، ولمراجعة موقع ميكروبيوم الأرض The Earth Microbiome، الروابط المباشرة على

science-et-vie.com

في الصحاري الباردة



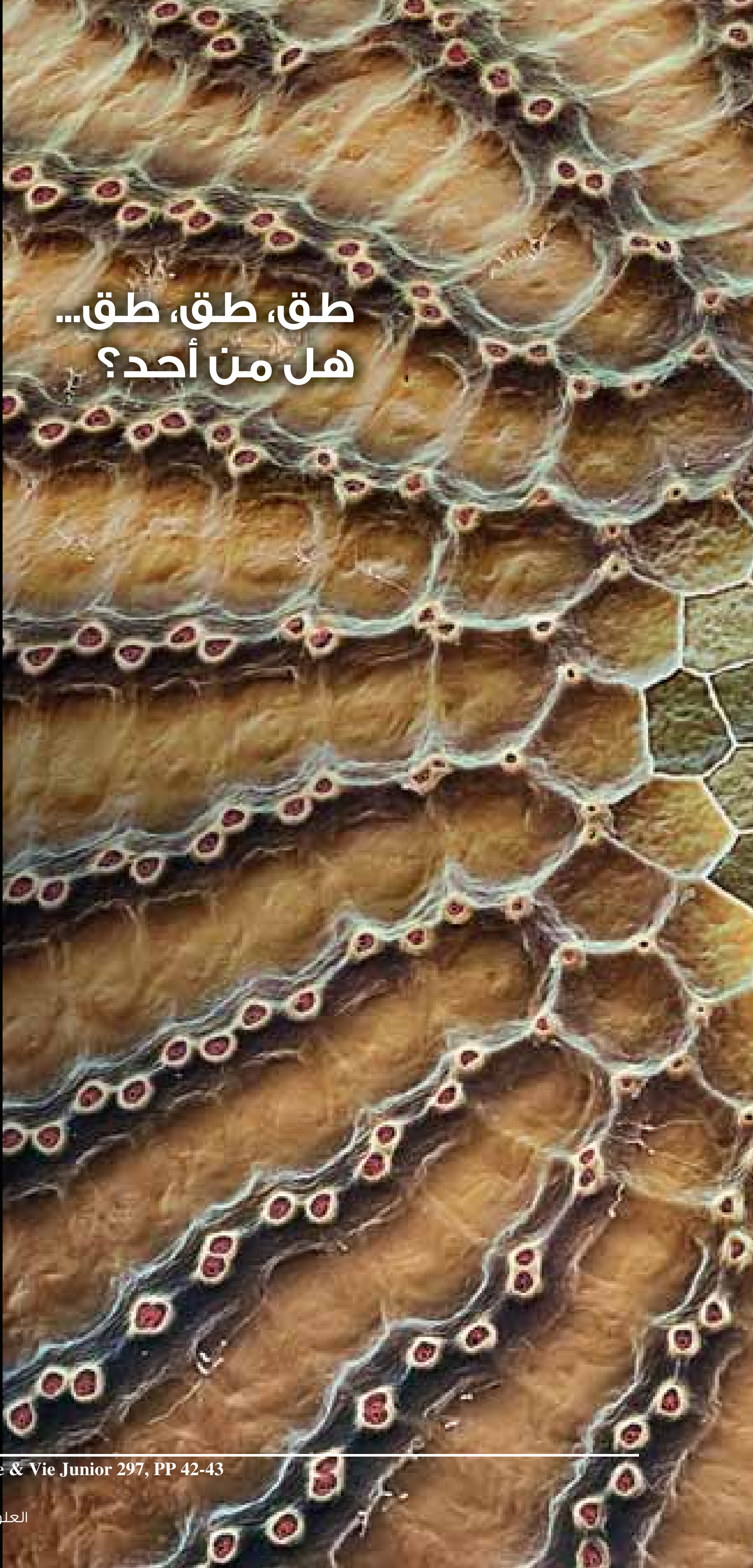
تعمل بكتيريا ميثيلوسيستاكي (Methylocystacae) تحت الجليد

في منطقة ألاسكا (الولايات المتحدة الأمريكية)، هناك تخوّف من أن يتسبّب ذوبان الجليد -بتأثير من الاحتباس الحراري- في انبعاثات الميثان فيزيد تبديد المادة العضويّة بواسطة الميكروبات، لكن قد تقتد بكتيريا تقتات من الميثان -مثل الميثلوسيستاكي التي تم اكتشافها مؤخّرًا تحت الجليد- الوضع وتخفّف من تلك الانبعاثات.

(1) MICROBES TERRESTRES: VOICI LE VRAI MICROCOSMOS, Science & Vie 1161, PP 70-77
(2) Elsa Abdoun



جمجمة البيضة[١]



طق، طق، طق... هل من أحد؟

فسيفساء رومانية؟ هذا ما قد نخاله بما أن الأشكال مرتبة بدقة: لا فراغات بين الوصلات والمضلعات تترصّع بطريقة ممتازة. مع أن الإنسان لا علاقة له بجمع هذا الرصف الجميل. ما ترونه هو تحفة أودعها الله في الطبيعة. إنها بيضة. وليست أي بيضة: إنها بيضة الفراشة البومة التي تستوطن شجيرات أمريكا الجنوبية. ومع أن طول جناحيها يبلغ ١٥ سنتمترًا ويدخلها في المراتب العشر الأولى من أكبر فراشات الأرض إلا أن بيضها لا يتعدى حجمه المليمترين، بالكاد أكبر من حبة السكر! إلا أنها مساحة كافية تتسع لليرقانة المستقبلية. انظروا إذًا إلى الفتحات الحمراء الصغيرة للغاية التي تنتظم حول المنطقة المركزية. إنها فتحات التهوية. تخول الجنين المحتجز في تلك الكبسولة الحامية التنفس براحته. ألقوا نظرة الآن في وسط الرصف. الزر الصغير في قلب هذا الرصف هو في الواقع غطاء. عندما كانت البيضة غير الملقحة لا تزال في بطن الأنثى، لم يكن في المكان سوى ثقب صغير. وعند التلقيح استعملت الحيوانات المنوية ذلك الممر لعبور الكبسولة والوصول إلى البويضة. حيث قام أحد الحيوانات المنوية بإلقاح البويضة معلنًا عن ميلاد الجنين، ثم تُغلق الفتحة المسماه "بويب" قبل أن تضع الأنثى البيضة.

تم إبراز تلك السدادة الغريبة بفضل مجهر إلكتروني ماسح. يقصف ذلك الجهاز العالي التقنية سطح الغرض الذي يخضع للتحليل بالإلكترونات وتقدم صورة بالأبعاد الثلاثة، يتم تلوينها لاحقًا للكشف بطريقة أفضل عن كل التفاصيل. فتظهر عند ذلك أمام عينينا أشكالًا وتضاريس غير متوقعة تخول علماء الأحياء الفهم بصورة أفضل عن كيفية الحياة واستمرارها على المقياس المجهري. E.G.

DR. MARTIN OEGGERLI / VISUALS UNLI / CORBIS

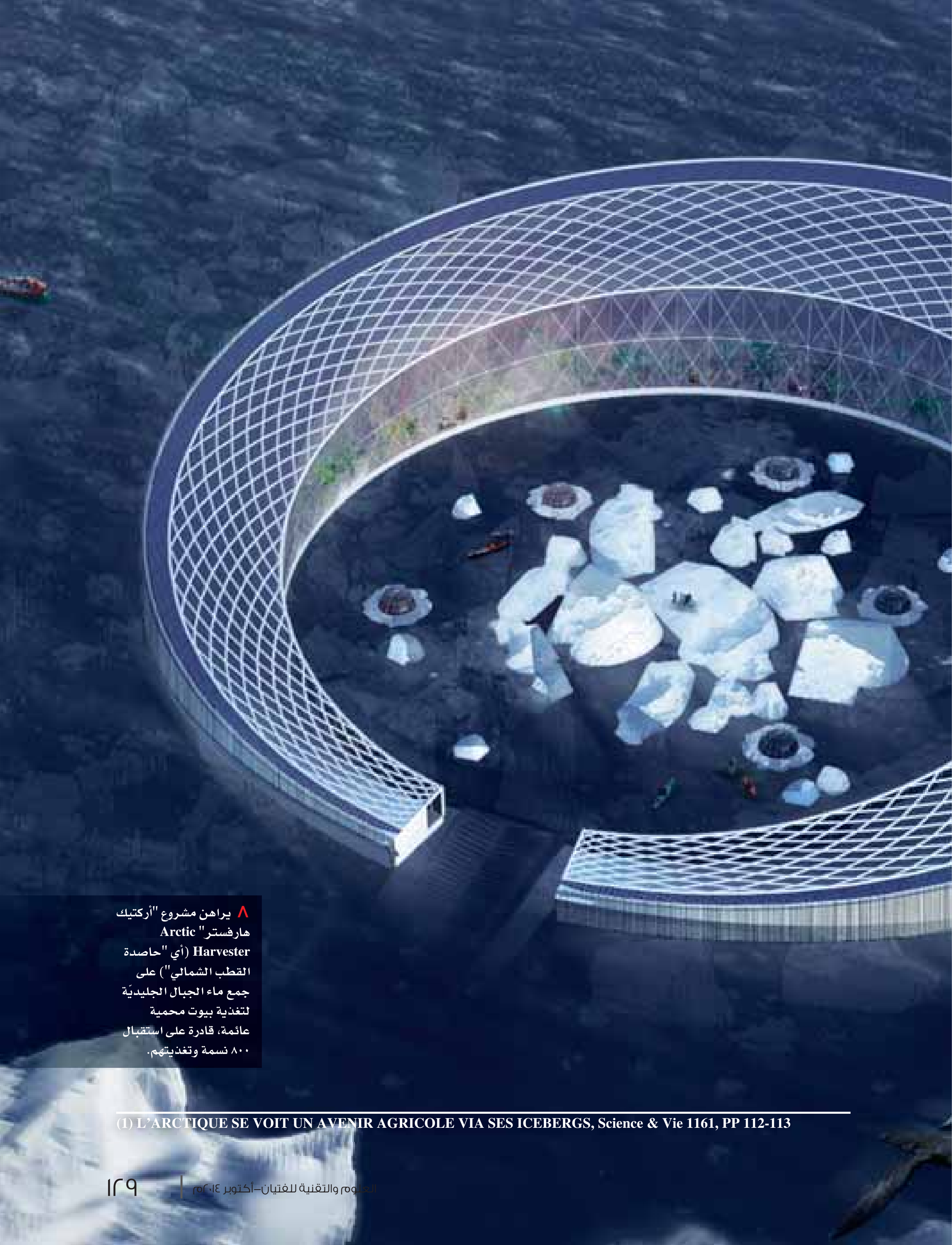
(1) PIXELS: CRÂNE D'OEUF, Science & Vie Junior 297, PP 42-43

مستقبل زراعي واعد للقطب الشمالي من خلال جباله الجليديّة[1]

تحويل جبال غرينلاند الجليدية إلى موارد زراعيّة، ومن ثمّ تقليص تبعيتها الغذائية: إنّه التحدّي الذي أطلقه أربعة طلاب خرّيجو المدرسة الوطنيّة للهندسة المعمارية الكائنة بباريس-مالاكي Paris-Malaquais. ما الحل الذي يقدّمونه؟ يقدّمون "حاصدة القطب الشمالي"، وهي بُنية عائمة دائريّة، تُجمع في وسطها الجبال الجليدية بفضل حزام ناقل. تقضي الفكرة بتجميع المياه العذبة -الغنية بالمعادن والمغذيات- من الكتل الجليدية لتغذية مزروعات تنمو على وسط اصطناعي، داخل بيوت محمية تجهّزت بها البنية.

بحسب مريم شعباني، صاحبة المشروع بالاشتراك مع آخرين، تخوّل البيوت المحمية الممتدة على مساحة ٨٣ ألف كلم مربّع حصد ١٦٠٠ طن من البندورة، و١٢٠ طنًّا من البطاطا، و٨٠ ألف خسة، و٣٦٠ طنًّا من الفراولة في السنة. من الممكن على مدى سنوات أن نسدّ العجز الزراعي في غرينلاند، وربّما نستطيع قلْبه إذا ما أنشأنا عدّة مرافق من هذا القبيل وأعطت المردود نفسه. من ناحية أخرى، صُمّمت "حاصدة القطب الشمالي" بتجهيزات قادرة على استقبال ٨٠٠ شخص، مستعيدة بذلك إنشاء بلدة كاملة، تضم المدرسة والمستوصف والمحلات التجاريّة وأماكن العبادة. تقول مريم شعباني في هذا السياق: "لا نريد أن نبتكر مزرعة من دون التفكير في مزارعيها". يعمل الفريق على إنشاء نموذج على مقياس صغير، سيتم اختباره في مياه غرينلاند خلال العام المقبل. **B.Ro.**

ARTIC HARVESTER



٨ يراهن مشروع "أركتيك هارفستر" Arctic Harvester (أي "حاصدة القطب الشمالي") على جمع ماء الجبال الجليديّة لتغذية بيوت محمية عائمة، قادرة على استقبال ٨٠٠ نسمة وتغذيتهم.

(1) L'ARCTIQUE SE VOIT UN AVENIR AGRICOLE VIA SES ICEBERGS, Science & Vie 1161, PP 112-113



مُدن تحت الأرض[1]

غدًا، قد نسكن في أبراج تحت الأرض أو في مدن مدفونة. يبدو هذا جنونًا، لكنّ مهندسين معماريّين وضعوا في هذا المجال مشروعات جادّة، فالحياة تحت الأرض ليست خالية من المزايا.

بقلم: أوليفييه لابيرو [٢]

طنّ، طنّ، طنّ... في غرفة بالطابق الـ ١٨ من برج يتألف من ٣٥ طابقًا، يرنّ المنبّه في أذن ليا Léa التي لا تزال نائمة. تتمدّد المرأة الشابّة ببطء، وتنزل من سريرها. ككلّ صباح، تفتح الستائر وترفع عينيها لتعرف ما إذا كان النهار جميلًا. أجل، يبدو أنّه سيكون كذلك. إنّها لا تعتمد على الشمس التي تعجز عن رؤيتها، بل تعتمد على أعمدة الضوء المنبثقة من القبّة التي تفصلها عن سطح الأرض. ذلك لأنّ ليا لا تسكن في ناطحة سحاب بل في "ناطحة أرض"، غارقة في عمق ٢٧٥ مترًا تحت صحراء الأريزونا، بالولايات المتّحدة الأمريكيّة. إنّها ضمن فريق عمل من الرواد يختبرون الإقامة الطويلة الأمد تحت الأرض. في برنامج هذا اليوم، هناك مراقبة الحدائق المزروعة على شكل مدرجات وصيانتها، التي تتراقص فوقها دوائر الشمس.



تسلك ليا الممرّات التي تحيط بالبرج وتصل إلى المشاتل وهي تفكّر في أمسيتها: لديها موعد مع صديقتها لحضور عرض سينمائي في الطابق الـ ٢٧.

هذه القصّة خياليّة لكنّها قد تصبح ذات يوم حقيقة. ممّا لا شك فيه أن البرج تحت الأرض "فوق/تحت" Above/Below الذي تقطنه ليا مجرد مشروع، لكنه ليس المشروع الوحيد من هذا القبيل. يتخيّل مهندسون معماريون في أماكن مختلفة من المعمورة تشييد مبانٍ في باطن الأرض مثل: "ناطحة الأرض" Earthscraper في المكسيك (اقرأ المربع "مكسيكو: هرم مقلوب في وسط المدينة" ص. ١٣٥) أو "المدينة البيئية ٢٠٢٠" Eco-city 2020، وهي مدينة فعليّة مدفونة تحت الأرض في سيبيريا (اقرأ المربع "سيبيريا: مدينةٌ بمنزلة ←

واحة تحت الصحراء

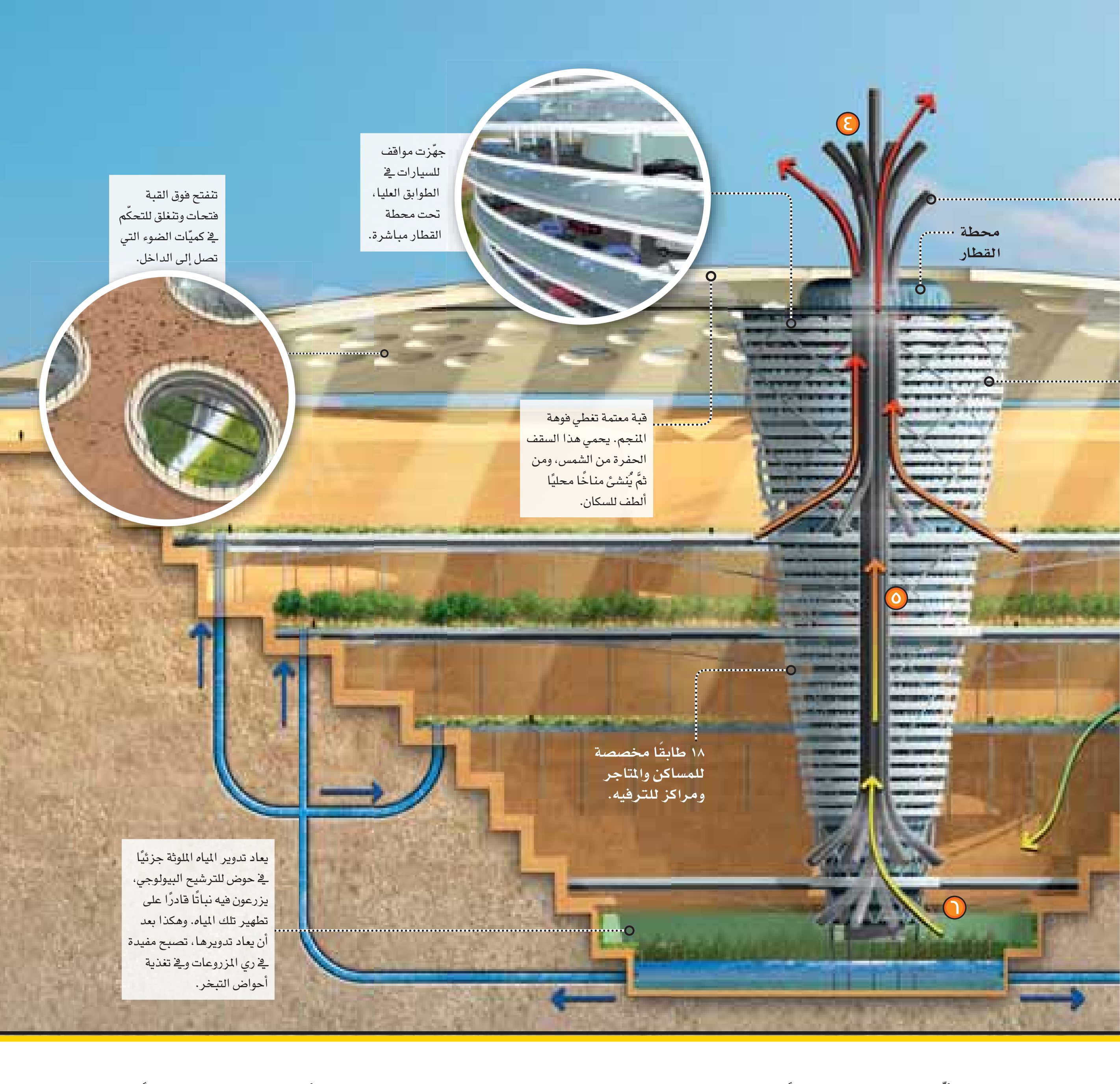


محميّة جيّدة من الدرجة الأولى

← حديقة في منجم" ص. ١٣٤).

قد تبدو الفكرة غريبة، لكنّها ليست غريبة إلى هذا الحدّ. يتسم البناء في الأعماق بكثير من الميزات: الأولى، حماية الأبنية وقاطنيها من الحرارة القصوى التي تعيث فسادًا على السطح في بعض مناطق العالم، فليس من المصادفة أن يقوم البرج الأمريكي "فوق/تحت" والمشروع الروسي "المدينة البيئية ٢٠٢٠" في موقع منجمين قديمين، أحدهما في وسط صحراء الأريزونا والآخر في سيبيريا.

يتميّز باطن الأرض في الواقع بخمول حراري كبير: تتغيّر حرارته ببطء شديد، فيعمل عمل العازل. كلّما نزلنا أكثر تحت الأرض، أصبح باطنها غير حسّاس تجاه الاختلافات في درجة الحرارة التي يشهدها السطح. على عمق نحو ١٥ مترًا (تتفاوت بحسب المكان الجغرافي) تكون الحرارة ثابتة وتبقى مستقرّة نسبيًا طوال السنة. لا يهمّ إن تجمّدت الأرض أو شهد السطح حرارة قصوى، ففي الأسفل لا نأبه بتقلّبات ميزان الحرارة! والأجمل



من ذلك أنّنا نكسب تحت عمق ١٥ مترًا، درجة كلّ ٣٠ مترًا. لنأخذ مثلًا مدينة ستراسبورغ (Strasbourg) في فرنسا: على عمق ١٥ مترًا تحت المدينة، نجد حرارة ثابتة تعادل ١١ درجة مئوية.

بدءًا من تلك الدرجة، سيسجّل الميزان ١٢ درجة مئويّة على عمق ٤٥ مترًا، و١٣ درجة على عمق ٧٥ مترًا و ١٤ درجة على عمق ١٠٥ أمتار.

توفير معتبر في التدفئة

يسمح ذلك الاستقرار في الحرارة -في الشتاء كما في الصيف- بتوفير مبالغ ضخمة تُصرف بهدف التدفئة والتبريد في المباني. لهذا السبب، استقرّت في كنساس سيتي (Kansas City) بالولايات المتحدة الأمريكية، شركات تخزين ومطبعة وصناعات صغيرة في مناجم قديمة للحجر الجيري تحت الأرض، على عمق خمسين مترًا تقريبًا. بما أنّ الحرارة تتراوح بين ١٨ و ٢١ درجة مئوية طوال السنة، فقد تم توفير ٥٠٪ من الطاقة!

هناك فائدة أخرى: تصمد المباني المشيّدة تحت الأرض أكثر عند حصول زلازل. في حال حصول اهتزازات، "يدعم" باطنُ الأرض -نسبيًّا- هيكلَ المباني المدفونة، فهذه المباني لن ←

سبق للإنسان أن عاش تحت الأرض

أتعرفون ماذا يسمّى الشخص الذي يعيش في حفرة صخريّة؟ يسمّى ساكن الكهوف ("طروغلودايت" troglodyte). السكن تحت الأرض ممارسة من ممارسات الأجداد تعود إلى العصر الحجري الحديث عندما بدأ إنسان ما قبل التاريخ يتحضّر. تم اكتشاف أحد الأمثلة الأقدم في فلسطين، ببئر السبع: نحو ثلاثين منزلًا تحت الأرض، تعود إلى ٦ آلاف سنة خلت، يمكنها أن تأوي من ٢٠٠ إلى ٣٠٠ شخص. نجد مساكن الكهوف في المناطق القاحلة التي تندر فيها مواد البناء مثل الخشب. فهي تفيد أولًا في الحماية من تفاوت الحرارة بين النهار والليل. كما تؤمّن المخبأ لساكنيها. هذا ينطبق على منطقة كابادوكيا (Cappadoce) التركيّة. منذ القرن السابع قبل الميلاد، حفر السكان المحليّون مدنًا في الطف البركاني (وهو صخر طريّة نسبيًّا). استقبلت تلك المخابئ بعد ذلك المسيحيّين الأوائل الذين أرادوا الهروب من الاضطهادات الرومانيّة، وابتداءً من القرن السابع الميلادي، استقبلت الفارّين من الغارات العربيّة المتواصلة في المنطقة، وفي منطقة أخرى، وهي السوم (Somme)، تحت أرض مدينة ناور (Naours) في فرنسا، تمتد مدينة حُفرت ابتداء من القرن الثالث الميلادي، وقد أمّنت الملجأ من الغزوات المتعددة التي شهدتها المنطقة، وفي الفترة ما بين العامين ١٩٤٢ و ١٩٤٤، أصبحت قاعدة مهمّة للجيش الألماني. ما زالت بعض الشعوب لحدّ الآن تعيش في المساكن الكهفيّة. في الصين، نقدِّر أنّ ٤٠ مليون شخص يعيشون في مساكن حفرت في الطمي، وهي صخرة رسوبيّة تتألّف من تراكم الغبار الذي تنقله الرياح.

< ٨ في تركيا، لا يزال سكان الكهوف يعيشون في بعض هذه المنازل بكابادوكيا (Cappadoce).

R.MATTES/HEMIS

S.lemaire/hemis

← تكون -مثلًا- عرضة لظاهرة >الاهتزاز< التي تتعرّض لها المباني على سطح الأرض التي تتسبّب في تدميرها.

هكذا، في العام ١٩٩٥، هزّ زلزال ضخم مدينة كوبي (Kobe) اليابانية: لم تُصَب أنفاق المترو والشينكانسن (Shinkansen) (وهو القطار السريع الياباني) بسوء فيما تعرّضت المباني والجسور إلى أضرار جسيمة. هذه الميزة في الحماية ضدّ الزلازل هي -جزئيًّا- سبب وجود مشروع "ناطحة الأرض" في مكسيكو، إذ إنّ العاصمة المكسيكية تقع في منطقة زلزاليّة.

الحاجة إلى الهواء...

تشييد مبانٍ توفر الطاقة ومتينة، هذا ممتاز. غير أنّه يتعيّن عليها أن تؤمّن حاجات سكّانها الحيويّة، ويأتي في المقام الأوّل تأمين تهوية كافية. ذلك لأنّ احتجاز آلاف الأشخاص الذين يتخلّصون من ثاني أكسيد الكربون عندما يتنفّسون في مكان مغلق يؤدّي إلى اختناقهم! ما العمل؟ الحل سهل: يكفي أن نخلق اختلافًا في الحرارة بين دخول الهواء وخروجه ليجري هذا الأخير بطريقة طبيعيّة. إنّه الجهاز الذي اعتمد في مشروعي: "فوق/تحت" و"المدينة البيئيّة ٢٠٢٠"، واستعمل مداخن تهوية ضخمة تؤمّن تجدد الجو (راجع الرسومات ص. ١٣٢-١٣٣).

... والحاجة إلى الضوء

العنصر الحيويّ الآخر: إنّه ضوء الشمس: الأشعّة فوق البنفسجيّة التي تؤلّفها تخوّلنا صنع الفيتامين د، الضروري لتثبيت الكالسيوم على عظامنا.

ماذا ينبغي أن نفعل تحت الأرض لتأمينه؟ في الواقع، تتوافر حاليًّا مصابيح كهربائيّة قادرة على محاكاة الضوء الطبيعي. إنّها تصدر الأشعة فوق البنفسجيّة وتحت الحمراء الغائبة عن الإضاءة الاصطناعيّة التي تحملها المصابيح العاديّة. باختصار، من وجهة النظر التقنية، لا شيء يعارض بناء برج تحت الأرض يتألّف من عشرات الطوابق.

لكن التقنية ليست كلّ شيء! هل توافقون على الإقامة في عمق يبلغ مئات الأمتار؟ ليس لمجرّد ساعات، بل لأسابيع، وأشهر؟ هذه الموافقة ليست أمرًا بديهيًّا، أليس كذلك؟ لهذا السبب يفكّر المهندسون

إضاءة

الاهتزاز
حركة ذهاب وإياب لجسم من جهتيّ نقطة توازنه. عندما يخضع مبنى لحركات سطح الأرض عند حدوث زلزال، فإنّه يهتزّ متأرجحًا بين جهتيّ محوره الرأسي.

J. Nicholl/reer

سيبيريا: مدينةٌ بمنزلة حديقة في منجم

الأمر لا يتعلّق بناطحة سحاب تحت الأرض، لكنّها مدينة فعليّة لأنّ "المدينة البيئيّة ٢٠٢٠" Eco-City 2020 تتوقّع استقبال ١٠ آلاف قاطن. صمّمها مهندسون روس، ومن المتوقع أن تشيَّد في الحفرة الأكبر التي حفرها الإنسان على الإطلاق. هذه الحفرة هي منجم الماس في ميرني (Mirny)، بسيبيريا، المهجور حاليًا. يتمثّل المنجم في حفرة عملاقة يبلغ قطرها كيلومترًا، أمّا عمقها فيُقدّر بـ ٥٥٩ مترًا! يقضي الهدف بإضفاء حياة جديدة على تلك المدينة الصناعيّة القديمة، بجذب سكّان جدد وسياح. تكمن مشكلتها في المناخ القاسي مع مواسم شتاء يتراوح طولها بين ستة وسبعة أشهر ودرجة حرارة دون الـ ٣٥ درجة مئويّة تحت الصفر. لهذا السبب تغطّي المدينة المدفونة قبّة شفّافة لكي تُدخل أشعة الشمس وتخلق مناخًا معتدلًا في الداخل. تتألّف "المدينة البيئيّة ٢٠٢٠" من ثلاثة طوابق. الطابق الأسفل يضمّ المزارع العموديّة التي تؤمّن الغذاء للسكّان، وفي الوسط، حديقة مشجّرة تمثل "رئتي المدينة الخضراء" بإنتاجها الأكسجين، أمّا الطابق العلوي فيضمّ المنازل والأجهزة المتعدّدة. هناك عمود مركزي من شأنه أن يؤدّي دور نظام التهوية، وفيما يخص الكهرباء، فتنتجها ألواح فولتضوئية مركّبة على القبّة.

مكسيكو: هرم مقلوب في وسط المدينة

تقع عاصمة المكسيك في منطقة تكثر فيها الهزّات الأرضية. فضلًا عن ذلك، يعاني مركزها التاريخي نقصًا في المساكن والمكاتب لعدم توفر مساحات لبنائها. كيف نحلّ المشكلة؟ أجاب مهندسين معماريّين في مكتب مكسيكي: "بالحفر في باطن الأرض". وهكذا تخيّلوا برج "ناطحة الأرض" Earthscraper الذي يبلغ عمقه ٣٠٠ متر (أي بقدر ارتفاع برج إيفل!)، ليُبنى تحت الزوكالو (Zocalo)، وهو أكبر ساحة في مكسيكو.

يتكوّن المبنى من ٦٥ طابقًا، وهو قادر على استيعاب ٥ آلاف نسمة، تتوزّع على ١٠ طوابق تعرض متاحف مخصّصة للثقافة المكسيكيّة، و١٠ طوابق من المتاجر و١٠ طوابق من الشقق السكنيّة و ٣٥ طابقًا مخصّصة للمكاتب. شكلُ المبنى هرمٌ مقلوب، تمت دراسته لمقاومة الهزّات الأرضيّة. وعلى السطح، ستفسح ساحة الزوكالو الحاليّة المجال لوضع زجاج شفّاف ضخم تخترقه أشعّة الشمس تلج بئرًا كبيرة من النور المركزي. فضلًا عن أنّ الألياف البصريّة تقود الضوء الطبيعي - أيضًا - إلى الطوابق الأعمق. يملك الهرم جدارًا خارجيًّا مزدوجًا، رُكّزت فيه أنابيب التهوية والماء. على طرف المبنى، أدوات تمتص الماء من تحت الأرض وتوزعه على الطوابق، وقد هيّأ المعماريّون مساحات خضراء عند كلّ عشرة طوابق، وتم اختيار الأنواع النباتيّة حسب قدرتها على تنقية الهواء وذلك بامتصاص بعض الملوّثات.


M.LEWIS/GETTY IMAGES

DR

٧٨ يقضي مشروع "ناطحة الأرض" Earthscraper في مكسيكو، ببناء برج عمقه ٣٠٠ متر، تحت الزوكالو (Zocalo)، الساحة الكبرى في قلب العاصمة المكسيكية.

المعماريّون في وسائل لتحسين راحة سكان المدن المستقبلية المشيّدة تحت الأرض.

الوسيلة الأولى تقضي بتفضيل الضوء الطبيعي: وهكذا، فإنّ "المدينة البيئية ٢٠٢٠" تغطّيها قبّة شفّافة لتأمين دخول الحدّ الأقصى من الضوء، وأمّا "ناطحة الأرض" المكسيكيّة فتحوي بئرًا من الضوء المركزي. يتميّز ذلك الضوء الطبيعي - في الواقع بتفاوته طوال النهار، وهو ما لا يتعب البصر.

الوسيلة الثانية: مساعدة السكّان على معرفة الطريق الذي يريدون سلوكه.

AB ELIS LTD

٨> في ميرني (Mirny) بسيبيريا، تخيّل مهندسون معماريون روس بناء مدينة تحت الأرض في الحفرة العملاقة التي خلّفها منجم قديم للماس (في الصورة المصغرة على اليمين).

أعداد سكّان المدن في تزايد

إنّه واقع غير مفهوم بعدُ، إذ يصعب علينا اكتشاف وجهتنا في مكان مغلق مقارنة بما يحدث في أماكن الهواء الطلق، وعندما نشعر بأنّنا تائهون، من النادر أن نشعر بالراحة! حلُّ ذلك: نعرض للبصر منظورًا وأفقًا بعيدين. بحيث تعيد الأبراج تحت الأرض التي تم تخيّلها، إنشاء أماكن خارجية، ومنتزهات، وحدائق.

القبول بالعيش "في أعماق الأرض"

لتحديد أماكن تواجدنا بصورة أفضل تحت الأرض، يستحسّن تمييزها عن طريق اختلاف الأصوات. وهكذا يمكننا تخيّل تحويل منطقة مرور -مثل سوق تجاري (الأقل هدوءا من المساكن)- إلى مكان أكثر صخبًا لنستبينها بالسّمع من بعيد.

نلاحظ أنّ المهندسين لا يفتقرون إلى أفكار لجعل الإقامة تحت الأرض مريحة للغاية. لكن، ينبغي مواجهة كثير من التحفّظات. بالنسبة إلينا، كبشر عصريين، نعتبر أن باطن الأرض "هو المكان الذي ندفن فيه موتانا"، كما تشير إلى ذلك سيلفي سالز Sylvie Salles، المهندسة المعمارية والحضرية التي تهتم بالنواحي النفسية والاجتماعية للحياة تحت الأرض.

إنّه عائق فعلي لكنّه ليس منيعًا. ذلك لأنّ الإنسان غالبًا ما عاش في الماضي في الكهوف أو تحت الأرض (راجع المربّع "سبق للإنسان أن عاش تحت الأرض" في الصفحة المقابلة) ونمضي أحيانًا في الوقت الراهن جزءًا من وقتنا تحت الأرض، في مترو الأنفاق مثلًا. لقد طَوّرت مدن مثل مونتريال (كندا) وهلسنكي (فنلندا) حياة متكاملة تحت الأرض، بما فيها الأسواق التجارية. كما نجد في العاصمة الفنلنديّة حوض سباحة، وساحة للتزلج. تتجاوب تلك المباني تحت سطح الأرض مع حاجات امتداد المدن. عدد سكان المعمورة اليوم ٧,٢ مليار نسمة، ونصف هذا العدد يعيش في المدن. وبحلول العام ٢٠٥٠، سيكون ٧ أشخاص من بين ١٠ هم من سكّان المدن! لاستيعاب كلّ هؤلاء السكان، ينبغي أن يقيم قسم منهم تحت الأرض، ولذا فثمّة حظوظ كبيرة ليتواصل اختبار مشروعات الأبراج تحت الأرض في المستقبل القريب. ■

نشكر مونيك لابي Monique Labbé وسيلفي سال Sylvie Salles، وهما من أعضاء مشروع "المدينة ١٠د" Ville 10D، كما نشكر بيار دوفو Pierre Duffaut من الجمعية الفرنسية للأنفاق والمساحات تحت الأرض.

(1) DES VILLES SOUS LA TERRE, Science & Vie Junior 296, PP 50-55
(2) Olivier Lapirot

أسئلة وأجوبة[1]



هل يمكن أن نموت ضحكًا؟

أجـل! لا تقلقـوا، تندر الحالات التـي ننتقل فيها من دون سابق إنـذار، من حالة "الموت ضَحـكًا" إلى حالـة "الوفاة"، لكنّها حالات واردة. في الواقع، قد تكون العواطف الإيجابيّة خطـرة علينـا بقدْر العواطـف السلبيّة نفسهـا. عندما يواجه الجسم إثـارة قصوى -كما يحصـل عندما نخاف كثـيرًا أو عند بعض نوبات الضحك- فإنّه يطلق مادّة الأدرينالين، (وهـو هرمـون التوتـر). لكـن تلك المادّة قد تكـون سامّة لبعـض الأعضاء، مثـل القلب. إنّهـا ترفـع ضغط الدم وتزيد من ضربات القلب، ممـا قد يتسبب أحيانًا حتى في اختلال وظيفتـه. نسمّـي ذلـك عـدم انتظـام ضربـات القلب، وهـي حالة قـد تـؤدّي إلى الهلاك، ولحسـن الحظ، فهـذه حالـة نـادرة للغايـة. الكوميديـون الذيـن يكتـظّ استعراضهـم بالمشاهديـن ليسـوا سفّاحين! بـل على العكس من ذلـك، بعض الضحك مفيـد للصحّة، بل هناك علاجات مبنيّة على الضحك. **M.D.A.**

دعابة

"الطبيب الأفضل هو حياة الطبيعة: فإنّها تشفي ثلاثة أرباع الأمراض ولا تتكلّم بالسوء عن زملائها أبدًا".

لويس باستور (١٨٢٢–١٨٩٥)، عالم فرنسي وأحد آباء علم الأحياء المجهريّة.

الأرقام العشرة...

... عن الديناصورات

١٦٠ مليون

سنة تقريبًا، إنّها فترة تواجدها.

١٨٤٢

إنّها السنة التي اقترح فيها عالم الأحياء القديمة البريطاني ريتشارد أوين Richard Owen لفظ "ديناصور".

٧٠٠

نوع تقريبًا نعرفه حتى اليوم.

٥٠٠

كيلوجرام من النبات، يبتلعها يوميًّا ديناصور الديبلودوكس Diplodocus.

٦٤

كلم/ساعة. إنّها سرعة ركض الكويسوناثوس (Compsognathus)، وهو الديناصور الأسرع.

١٤

مترًا. إنّه طول ذنَب الديبلودوكس، المؤلّف من ٨٠ فقرة.

١٠

كلم. إنّه قطر النيزك الذي سقط على الأرض منذ ٦٦ مليون سنة فتسبّب في انقراض الديناصورات.

٥,٧

طن لكلّ سِنّ من الأسنان. إنّه الضغط الذي تحدثه عضة التيرانوصور (Tyrannosaure).

١,٥

متر. إنّه قطر أحد أكبر آثار أقدام ديناصور الصوروبود (Sauropode).

٣٠

سم. إنّه أكبر سن لديناصور تم اكتشافه حتى الآن. وهي سن لتيرانوصور (Tyrannosaure).

ما الفرق بين النحلة والدبور؟

هما نوعان منفصـلان ويختلفان أوّلًا باللون. النحلة (أبيس ميليفيرا Apis mellifera، إلى اليسـار) تتّسم بجسد يميـل إلى اللّون البنيّ، فيما نجد الدبور (فيسبـولا جيرمانيـكا Vespula germanica، أعلاه) مخططًا بالأصفر والأسود، مثل الأخوة دالتون! فضـلًا عـن أنّ النحلـة وحدها تنتج العسـل، أمّا الدبّـور فيفضّل أن يأكلـه. يشتهر الدبـور بأنّه أكثر عدوانيّة لقدرته على اللّسع مرّات عديدة، بعكس النحلة التـي تموت بعد أن تهجم، ذلك أن إبرتها تبقى منغرزة في بشرة ضحيتها.

T.D.

PHOTOS SHUTTERSTOCK

لماذا يُدْمع البصل العينين؟



لأنـه يطلق غـازًا مثيـرًا، مـن المستحيـل أن نقاومـه: يتسبـب تقشيـر البصـل في انهمـار كثيف للدموع. في واقع الأمر، تكمن المشكلة في التقطيع أكثر منها في التقشير. عندما نقطع بصلـة، ندمّـر خلاياهـا، مـا يطلـق مُكوّنيـن كيميائيّيـن: إنـزيم يسمـى أليناز alliinase ومركّـب كيميائـي أساسـه الكبريـت. عندئذ يحدث تفاعل فينتج غاز، وهـذا الغاز هو الذي يبكينا. في الواقع، عندما يتفاعل مع السائـل الذي يملأ أعيننـا، ينحـل هـذا الغـاز ويشكّل حامض الكبريـت المزعـج للغاية، وأسوأ من ذلك، يصنـع الدمـاغ كميّـة أكبـر مـن الدمـوع ليحمينا مـا يزيـد كميّـة الحمـض في العينـين، لذلـك كلّما بكيْنـا، شعرنـا بتزايـد الوخـز! هل مـن حلّ لنتجنّب ذلـك؟ يكفي أن نقطّـع بصلتنـا تحـت مـاء متدفّـق، ما يمنـع انبثـاق الغـاز المسيل للدموع.

M.D.A.

SHUTTERSTOCK

ما اسم الشجيرات الجافة التي نشاهدها تدور في أفلام رعاة البقر؟

اسمها العشب الدوار. تلك الكرات من العشب الجاف التي تكنس الأرض أمام أبواب الحانات في الغرب قبل المبارزة، تتشكل بطريقة طبيعية. قد تصبح أنواع نباتية عديدة عشبًا دوّارًا، من بينها الروثا (Salsola)، وهي أعشاب ضارة منتشرة على نطاق واسع في أمريكا الشمالية. تلك النباتات الكثيفة تجفّ وتذبل وتنفصل عن جذورها عندما تنضج بذورها. تبدأ عند ذلك رحلتها، وتنشر جوًّا من الأسى في أعقابها وتنشر بذورها أيضًا. تحمل منها ما يناهز ٢٥٠ ألف بذرة! الأعشاب الدوّارة ليست صالحة للأرض لأنّها تمتص كميّات كبيرة من الماء وتشارك في تآكل الأرض بسبب أشواكها الكبيرة التي تؤذي الأرض عند تدحرجها. **M.D.A.**



من هم الإخوة دالتون Dalton؟

بوب Bob، وغرات Grat، وإيميت Emmett وبيل Bill **دالتون**، إنهم خارجون عن القانون، وقد عاشوا فعلًا. شكّل الثلاثة الأوائل "عصابة دالتون"، وكان رابعهم بيل مشتركًا في عصابة أخرى. سرقوا مصارف وقطارات بين العامين ١٨٩٠ و ١٨٩٢، ولم ينالوا منها -أحيانًا- سوى غنائم زهيدة. انتهت عمليّاتهم الإجراميّة خلال عمليّة سرقة دمويّة. لقد نجح موظّف مصرف تعرّض للسطو بإقناع غرات بأنّ خزينة المصرف تفتح في ساعة معيّنة، ما أعطى المواطنين الذين تعرّفوا إلى الأخوة دالتون، الوقت الكافي للتسلح. قُتل بوب وغرات خلال تبادل النيران، أمّا إيميت فقد حكم عليه بالسجن المؤبد. ظهر الإخوة دالتون الفعليّون في أحد شرائط لاكي لوك (Lucky Luke) المصوّرة الأولى، لكنهم ماتوا في النهاية. ابتدع موريس Morris وغوسيني Goscinny -اللذان تفاجآ بشعبيّة تلك الشخصيات- أقارب لهم أطلقا عليهم أسماء جو Geo، وويليام William وجاك Jack وإيفريل Averell. إنّهم شخصيات مشابهة كثيرًا للأخوة الأوائل، لكنّهم أغبى بكثير منهم، ما يزيد من متعة القراء. **M.D.A.**

THE GRANGER COLLECTION NYC/RUE DES ARCHIVES

من قال؟

"عندما ندمّر البيئة، نقتل جزءًا من أرواحنا".

جان غودال Jane Goodall (ولدت في العام ١٩٣٤)، وهي عالمة مشهورة في الحيوانات الرئيسة، مختصة بالشمبانزي.

متى تمت أول عملية زراعة للأعضاء؟

في العام ١٩٥٤. نجح الأمريكي جوزف موراي **Joseph Murray**، وهو جراح في بوسطن، للمرة الأولى بزراعة كلية بين توأم. أخذ العضو من رونالد هيريك **Ronald Herrick** ليزرعه في شقيقه ريتشارد **Richard** المصاب بمرض خطير. بفضل تلك الزراعة، تمكّن هذا الأخير من العيش ثماني سنوات إضافية. إنّها مهارة حصل بفضلها على جائزة نوبل في الطب في العام ١٩٩٠، أي بعد ستة وثلاثين عامًا من إجراء تلك العمليّة الجراحيّة. **T.D.**



HEMING DALHOFF/BONNIER PUBLICATIONS/SPL/PHANIE

(1) QUESTIONS & RÉPONSES, Science & Vie Junior 295, PP 58-61

في العدد القادم







مطابع مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية الرقم: ٣٤٠١١٣ رقم الوثيقة : 05P0031-BKT-0001-AR01